FRONTISPICE

PLANCHE I.

Vue prise du Lac Noir montrant les mines d'amiante au premier plan et les monts Notre-Dame au loin.

CANADA

MINISTÈRE DES MINES

HON. LOUIS CODERRE, MINISTRE; R. G. MCCONNELL, SOUS-MINISTRE.

COMMISSION GÉOLOGIQUE, CANADA

MÉMOIRE 22

Rapport préliminaire sur la Serpentine et les roches connexes de la Partie méridionale de Québec

PAR

John A. Dresser



OTTAWA
IMPRIMERIE DU GOUVERNEMENT
1914

M. R.-W. Brock,
Directeur de la Commission géologique,
Ministère des Mines,
Ottawa.

Monsieur,—J'ai l'honneur de vous soumettre le rapport préliminaire suivant sur la Serpentine et les roches connexes dans la partie méridionale de Québec.

Veuillez me croire, Monsieur,

Votre obéissant serviteur,

(Signé) JOHN A. DRESSER.

Ce 28 avril 1911.

AVIS

Ce rapport a été publié primitivement en anglais dans l'année 1913.

MINIS[illegible]INES

HON. ROBERT ROGERS, MINIS[illegible]; A. P. LOW, SOUS-MINISTRE.

Commission Géologique

R. W. BROCK, DIRECTEUR.

TABLE DES MATIÈRES.

ILLUSTRATIONS

Photographies

Dessins

Cartes.

Rapport préliminaire sur les Serpentines et les roches connexes dans la partie méridionale de la Province de Québec.

INTRODUCTION.

Considérations générales.

Le district décrit dans ce rapport est remarquable par sa production d'amiante et de chromite. Il comprend dans ses limites les seules mines du Canada qui soient exploitées pour ces minéraux et il peut fournir les trois quarts de la production du monde entier. Il renferme aussi des surfaces considérables qui ont été explorées avec soin, et d'autres de moindre valeur que nous avons dû étudier pour connaitre l'étendue et les relations des dépots de minérai et vérifier la structure géologique des séries auxquelles ils appartiennent.

Ce rapport traite surtout des ressources économiques, mais on y trouvera aussi quelques données sur la géologie structurale et la pétrographie du district.

Le travail d'exploration fut grandement facilité par l'aide empressé et courtois donné par les gérants des diverses mines du district. L'accès aux mines et aux ateliers de concentration, ainsi que des renseignements fournis par plusieurs des premiers gérants d'après leur expérience acquise pendant leurs longs états de service m'ont été facilement accordés et m'ont été d'un grand secours dans l'orientation des recherches.

Le travail sur le terrain qui forme le sujet principal de ce rapport a été fait pendant les saisons de 1907 et 1909. Dans le premier été, j'ai étudié le mode de gisement des dépots de minérai, surtout dans les mines exploitées et aux environs; dans la seconde saison, le sujet d'étude fut la distribution et l'étendue des dépots connus et des formations de rocs qui les contiennent, et la préparation de la carte préliminaire.

La carte des Cantons de l'Est, série de la Commission géolo gique, agrandie à l'échelle de 1 mille au 1 pouce a servi de base, et les arpentages furent faits principalement au compas et à la chaîne. Dans quelques endroits où il fallait plus de précision les mesures furent prises avec la méridienne et le stadia.

Alex. McLean, et R. Randal Rose agissaient comme assistants en 1907, et en 1909, M. MacLean revint de nouveau. Je n'ai eu qu'à me louer des services de ces messieurs, et je suis heureux de leur rendre ce témoignage.

Situation et superficie.

Le district dont il est question dans ce rapport est dans la province de Québec, au sud du St. Laurent, entre les rivières St. François et Chaudière. La superficie explorée est moins de 10 milles de largeur, et d'environ 80 milles de longueur. L'extrémité nord, près de Beauceville, est à 40 milles du Fleuve St. Laurent, et l'extrémité méridionale est près de Richmond environ à 60 milles du St. Laurent.

Histoire.

Histoire générale.—A la fin du régime français, la vallée du St. Laurent était dans plusiéurs parties ouverte à la colonisation; mais les hautes terres étaient encore vierges et le demeurèrent pendant une génération de plus.

Après la séparation du Haut et du Bas Canada (Ontario et Québec) en 1791, cette dernière province adopta une politique de colonisation plus progressive, et commença l'arpentage des hautes terres. Le mode d'arpentage alors adopté divisait la terre en cantons à peu près carrés, et ceux-ci étaient subdivisés en rangs et lots. La forme ainsi donnée aux étendues de terre établissait une différence entre les terres de ce district et celles des parties de la vallée déjà arpentées: celles-ci consistaient en de longs rangs parallèles à une route et subdivisés en fermes longues et étroites. De la situation de ce district et du mode d'arpentage adopté vient le nom des Cantons de l'Est.

Les premiers établissements furent faits au commencement du 19 éme siècle par des émigrants des environs de la Nouvelle

Angleterre; quelques-uns de ces émigrants étaient des Loyalistes à l'Empire Uni. Les premières terres occupées furent celles situées le long des lacs Memphremagog et Massawippi, et dans la vallée de la rivière St. François.

Afin de relier ces premiers établissements à la ville de Québec pour des fins commerciales et militaires, le gouverneur Craig en 1805 fit tracer une route qui porte encore son nom; celle-ci fut plus tard construite de Quebec jusqu'à Richmond sur la rivière St. François.

Grâce à cette route et à celle de Gosford construite quelques années plus tard, plus à l'est, les immigrants venant des Iles Britanniques occupèrent rapidement la partie nord de ce district.

De 1850 à 1855, la ligne principale du chemin de fer du Grand Tronc fut construite de Montréal à Portland, traversant le district de l'ouest à l'est, puis un embranchement parallèle à la route Craig fut construit de Richmond à Lévis. Vers 1880, le chemin de fer Quebec Central fut terminé de Sherbrooke à Lévis, et presque la moitié de son parcours est à peu près parallèle à la zône de serpentine et la traverse; depuis cette date le chemin de fer Canadien du Pacifique étendit son réseau à travers ce district. Le chemin de fer Lotbinière et Mégantic relia ensuite l'embranchement du Grand Tronc à St. Jean-des-Chaillons sur le fleuve St. Laurent, et une troisième ligne entre Sherbrooke et Québec est maintenant tracée.

Pendant ce temps, le flot des immigrants venant des Iles Britanniques fut dirigé vers l'ouest du Canada, et les colons de langue anglaise des Cantons de l'Est les suivirent rapidement. Mais l'augmentation persistante de la population canadienne française fit déverser le surplus des occupants de la Vallée du St. Laurent dans les hautes terres, et ce surplus forme aujourd'hui la majorité de la population de ce district.

Travail antérieur.—Les premières descriptions de ce district sont de Sir William Logan; on les trouve dans plusieurs des premiers rapports de la Commission géologique, et elles furent plus tard incluses dans "La Géologie du Canada" publiée en 1863. Dans ces rapports, la distribution de la serpentine et des roches qui s'y rapportent est décrite avec le soin et la précision admirable qui caractérisent le travail de Logan; mais

l'échelle des cartes publiées dans ce temps-là empêche l'admission de ces cartes dans l'atlas qui accompagnait le rapport général de 1863. Des examens minéralogiques et lithologiques, ainsi que des analyses chimiques furent faites en même temps par T. Sterry Hunt, et les résultats furent publiés conjointement avec le travail sur le terrain de Logan. Suivant les décisions de l'école Uniformitaire, de plus en plus considérées dans le temps, les serpentines de ce district étaient supposées être des sédiments altérés dérivant surtout d'un calcaire magnésien. Elles étaient classées à la limite des roches stratifiées, et on les confondait souvent avec les lits avoisinants de dolomie.

L'origine sédimentaire de ces roches fut mise en doute par feu Dr. A. R. C. Selwyn, qui succéda en 1869 à Sir William Logan comme Directeur de la Commission géologique du Canada. Une petite série d'échantillons de ce district, les premières roches qui furent examinées en Canada d'après les méthodes microscopiques modernes, furent étudiées avec soin en 1882 par F. D. Adams, alors lithologue de la Commission géologique, qui trouva que les serpentines ne sont pas des roches sédimentaires, mais des roches ignées altérées.[1] Cette méthode nouvelle d'investigation de l'origine des roches nécessita une revue de la stratigraphie qui fut entreprise par Dr. R. W. Ells. Celui-ci révisa la géologie superficielle de tous les Cantons de l'Est, et publia des rapports accompagnés de cartes d'une échelle de 4 milles au pouce. Celles qui se rapportent à ce district sont dans les rapports de 1886, 1887, et 1894 de la Commission géologique.

On trouvera dans la bibliographie ci-après beaucoup d'autres publications qui se rapportent à la serpentine provenant de source officielle ou privée.

Bibliographie.

1849. Hunt, T. S. .... *Rapport des opérations Commission géologique:* décrit les serpentines et les minéraux qui leur sont associés des comtés de Richmond et de Beauce.

1850. Logan, Sir W. E ...... *Rapport des opérations Commission géologique:* décrit les roches des vallées St. François et Chaudière, et mentionne les dépots de chromite de Ham.

[1] Com. géol., Canada, 1880-1-2, partie A.

1850. Hunt, T. S. .... Etudes et analyses des minéraux des mêmes localités.

1856. Hunt, T. S............ *Rapport des opérations, Commission géologique:* analyse chimique des roches et des minéraux de la zône de serpentine.

1858. Logan, Sir W. E.......*Rapport des opérations Commission géologique:* Hunt, T. S., et Richardson, James..... rapports séparés sur la structure géologique, les variétés de roches et leur distribution dans les Cantons de l'Est.

1863. Logan, Sir W. E., aidé par Hunt, T. S...... *Commission géologique, Canada.* Dans un rapport général intitulé "Géologie du Canada" est donné une description des serpentines, avec les analyses chimiques, et des observations sur leur importance économique et leurs relations géologiques.

1875. Harrington, B. J....... *Rapport des opérations Commission géologique:* analyses de serpentines de Bolton et de Melbourne, montrant qu'elles contiennent du chrome, du nickel et du cobalt.

1876. Hunt, T. S............ *Deuxième Rapport, Service géologique de Pensylvanie:* comprend les roches de ce district dans une discussion sur les Roches azoiques et les Dykes de Trapp de Pennsylvanie.

1878. Selwyn, A. R. C....... *Rapport des opérations Commission géologique, Partie A:* sur la structure géologique du groupe de Québec.

1882. Selwyn, A. R. C....... *Rapport des opérations, Commission géologique, Partie A:* autre discussion sur le groupe de Québec.

1882. Adams, F. D.......... *Rapport des opérations Commission géologique, Partie A.* Annexe. Annonce l'origine ignée des serpentines et de plusieurs roches associées.

1886. Ells, R. W............ *Rapport annuel, Commission géologique.* Rapport sur la géologie du district couvert par la carte de Sherbrooke, ou le quart sud-ouest de la carte des Cantons de l'est.

1887. Ells, R. W............ *Rapport annuel, Commission géologique.* Rapport sur la géologie du district couvert par la carte de Québec, ou le quart nord-est de la carte des Cantons de l'Est.

1888. Ells, R. W............ *Rapport annuel, Commission géologique.* Rapport sur les ressources minérales de la province de Québec, contenant une revue de la

[1]Commission géologique du Canada, 1880-1-2, Partie A.

géologie économique du district décrit dans les deux rapports précédents.

1894. Ells, R. W. .... *Rapport annuel, Commission géologique.* Rapport sur la géologie du district couvert par la carte de Montréal, et le quart sud-ouest des Cantons de l'Est.

1903. Ells, R. W. .... *Bulletin sur l'Amiante, Commission Géologique.* Revue de l'histoire et du progrès de l'industrie de l'amiante.

1904. Merrill, G. P. .... *Bulletin, Société Géologique d'Amérique.* Discussion sur le mode de gisement de l'amiante.

1905. Cirkel, F. .... *Rapport de la Division des Mines du ministère de l'Intérieur.* Discute le mode de gisement de l'amiante, et décrit les méthodes d'extraction et de concentration.

1905. Dresser, J. A. .... *Bulletin, Société géologique d'Amérique.* Description générale des roches ignées des Cantons de l'Est avec discussion sur leurs relations d'origine.

1898-1908. Obalski, J. .... *Rapport du Département des Mines de Québec.* Dans plusieurs rapports, spécialement dans ceux des années mentionnées, le progrès de l'extraction de l'amiante et du chromite est décrit ainsi que la distribution des dépots de minerai.

1909. Cirkel, F .... *Rapport de la Division des Mines, Ministère des Mines, Canada.* Discute le mode de gisement, l'extraction, la concentration et les usages du chromite.

1909. Dresser, J. A. .... Géologie économique, New-Haven, Conn., Vol. IV. No. 2. Décrit le mode de gisement de l'amiante, et discute son origine.

1909. Dresser, J. A .... *Journal, Canadian Mining Institute Vol. XII.* Revue des ressources minérales de la zône de serpentine et discussion sur le mode de gisement de l'amiante et du chromite.

1910. Barlow, A. E. .... *Journal, Canadian Mining Institute Vol. XIII.* Discute le mode d'origine de l'amiante.

1910. Dresser, J. A. .... *Journal, Canadian Mining Institute, Vol. XIII.* Discute la géologie des dépots d'amiante.

1910. Dresser, J. A. .... *Rapport sommaire de la Commission géologique 1909:* réimprimé séparément. Décrit la géologie et les ressources minérales du district de l'amiante au sud de Québec.

1912. Barlow, A. E. .... *Géologie et ressources minérales de la Région Chibougamou.* Bureau des Mines, Québec.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS.

Géologie générale.

La zone de serpentine des Cantons de l'Est de Québec consiste en une série de roches ignées de composition basique et qui forment des intrusions dans les lits sédimentaires d'âge Palaeozoique. Dans le district couvert par les cartes ci-incluses, les roches sédimentaires sont du Cambrien supérieur et de l'Ordovicien Inférieur; mais on pense que dans les parties adjacentes du côté sud il y a des intrusions des roches ignées de la zone de serpentine dans les lits du Silurien et du Dévonien ancien.

Une petite partie de la zone de serpentine, dans le canton de Broughton, présente des caractères qui nous portent à la croire plus ancienne que la plus grande partie de la série; mais elle est au moins d'un âge postérieur à l'Islet, et peut avoir formé des intrusions dans le Cambrien récent.

Les roches de ce district sont cependant principalement de l'âge post-Ordovicien, et peuvent avoir formé des intrusions pendant le Dévonien: celui-ci fut une période d'activité métamorphique pour la région septentrionale des Apalaches.

Géologie Appliquée

Bien que la serpentine donne son nom à la zone à cause de son importance au point de vue économique, elle est réellement la moins abondante des roches principales de la série. Elle ne forme pas de grosses masses comme les autres roches importantes, mais occupe seulement de petites surfaces, où la péridotite et peut-être la pyroxénite ont été changées en serpentine.

On trouve l'amiante dans deux variétés de serpentine qu'on croit être de différents âges. On pourrait convenablement appeler les deux classes d'amiante des noms de Thetford et de Broughton: type de Thetford, et type de Broughton, et les roches dans lesquelles on les trouve: phase de Thetford et phase de Broughton des noms des cantons où elles sont bien connues.

On trouve l'amiante du type Thetford en veines, et elle est généralement plus longue et plus forte que celle de Broughton. On trouve aussi du chromite dans la phase de Thetford. On trouve principalement l'amiante de Broughton à l'état de fibre longitudinale (slip fibre), ou fibre disposée parallèlement aux plans de clivage de la roche. Elle est plus facile à extraire que celle de Thetford, mais elle est beaucoup plus courte, d'une moindre résistance à la traction, et par suite d'un prix moins élevé sur le marché. Les dépots d'amiante de Broughton sont souvent associés au talc ou stéatite qu'on ne trouve pas en grande quantité à Thetford. Il n'y a pas de dépots de chromite dans la serpentine de Broughton.

Sous le rapport de la quantité et de la qualité des minéraux, le rendement est de beaucoup meilleur avec la serpentine de la phase Thetford. On trouve celle-ci dans toutes les principales parties de la zône de serpentine: dans les mines de Thetford, Lac Noir et Danville et les dépots plus petits entre ces endroits et aussi du côté sud, au-delà de la rivière St. François.

On trouve la serpentine de Broughton dans les mines et les placers de East-Broughton et du voisinage de Robertson. La Mine de la compagnie d'Israeli Ltée. à Garthby, et quelques placers dans les rangs I, II, et III de Tring appartiennent aussi à cette classe.

La production de l'amiante a augmenté rapidement depuis la première exploitation dans le district il y a trente ans jusqu'à nos jours. Sa valeur annuelle est maintenant de $2,500,000.

On trouve le chromite en dépôts exploitables dans la serpentine de Thetford, mais pas autant, d'après nos connaissances, que dans celle de Broughton. La valeur de la production annuelle depuis plusieurs années est d'environ $80,000.

La stéatite ou talc se trouve en quantités considérables associée à la serpentine de Broughton; mais il n'y en a pas dans celle de Thetford. Il a été fait quelques envois il y a environ vingt ans, mais elle ne fait pas le sujet d'une exploitation régulière.

La serpentine de la phase de Thetford est dérivée par altération de la péridotite. On pense que la serpentine de Broughton est dérivée de la pyroxénite, une roche qui lui ressemble beaucoup.

Dans les deux cas la roche originaire était un membre d'une série de roches intrusives différentes d'un simple magma. La série comprend la péridotite, la pyroxénite, le gabbro, la diabase, la porphyrite, et le granite à hornblende, ce dernier se changeant quelquefois en aplite. Le granite a pénétré un peu plus tard que les autres membres de la série, et, par conséquent, il forme en plusieurs endroits des dykes et des bancs ou nappes d'intrusion. Ceux-ci eurent probablement une influence favorable sur la formation des dépots d'amiante, surtout dans le voisinage de Thetford.

L'assemblage des roches ignées peut être considéré comme un batholithe, ou un laccolithe épais, dans la région comprise entre Thetford et Danville, où il présente plusieurs stocks isolés. Ailleurs il est formé principalements de nappes ou épanchements. La serpentine du type Thetford est en épanchements est en stocks tandis que la serpentine de Broughton est seulement en nappes ou épanchement.

Les différentes variétés de roches sont disposées dans un ordre de densité décroissante: en épanchements de la base vers le haut; en stocks du centre vers l'extérieur. Cet ordre est comme suit: péridotite, pyroxénite, gabbro, diabase, et porphyrite. La péridotite se change en serpentine, et celle-ci étant la plus pure, doit vraisemblablement contenir l'amiante près de la base d'un banc ou au centre d'une masse batholithique.

Il résulte de cet arrangement des roches métamorphiques que, quand leur structure est connue, on peut déterminer la position de la plus pure serpentine. La plupart des nappes sont inclines vers le sud-est, et dans les terrains ainsi inclinés, les parties les plus riches sont le long du côté nord-ouest de la zone métamorphique. Quand les lits sont inclinés vers le nord-ouest, les meilleurs terrains de prospection sont près du rebord sud-est.

Quand la serpentine est en stocks, elle n'est mise à découvert que par l'érosion des masses de la roche originaire. Cette érosion apparait surtout sur le côté nord-est des collines, côté le plus exposé à subir le frottement de la glace pendant la période glaciaire.

A part de la pureté de la péridotite originaire, pureté nécessaire pour la formation d'une serpentine pure, le degré de change-

ment de la péridotite en serpentine est un important facteur dans la formation de l'amiante. Le degré d'altération est indiqué par la dureté relative de la roche. Si la roche originaire est une pure péridotite, c'est-à-dire composée essentiellement d'olivine, plus le changement en serpentine est complet, plus la roche résultante est tendre, et plus il y a aura d'amiante. Mais si la roche originaire contient un certain montant de pyroxène qui a été changée en stéatite, la roche résultante peut être plus tendre que la plus pure serpentine, mais ne contiendra probablement pas d'amiante. C'est pourquoi, une roche tendre est un bon indice de la présence d'amiante s'il n'y a pas de stéatite.

La présence du granite semble aussi être un indice de la présence des veines d'amiante. Le granite a généralement formé des intrusions plus tard que les autres roches ; il remplit les fissures formées dans la péridotite solide, et il forme des dykes et des épanchements.

Les fissures et l'action des eaux chaudes qui accompagnaient le granite remplissant ces fissures ont probablement aidé à la formation de l'amiante.

Comme la roche qui produit la serpentine est située en profondeur et que le changement en serpentine aussi bien que les intrusions de granite peuvent se produire à de grandes profondeurs, on ne voit pas pourquoi les dépôts d'amiante ne se continueraient pas aussi à de grandes profondeurs, peut-être jusqu'aux limites d'une exploitation rémunératrice. Pour déterminer la profondeur d'un dépôt, il faut examiner avec soin la structure du banc ou bloc auquel il appartient.

La chromite se trouve en masses épaisses, qu'on croit primaires, dans la partie extérieure des portions de péridotite ou de serpentine des lits, près de la zone de pyroxène.

La chalcopyrite et la pyrite sont trouvées dans des masses peut-être importantes, dans la diabase de Garthby et d'autres endroits du district. On pense que ce sont des amas primaires.

On trouve de l'antimoine à South Ham, comme dépôt de contact dans les schistes, tout près de la serpentine et de la diabase. Les dépôts contiennent de l'antimoine natif, de la kermésite, de la valentinite, et un peu de stibine.

On sait qu'il y a du platine dans le diluvium, et cette notion vient de la direction des dépôts de chromite qui sont probablement le receptacle ordinaire de ce métal. Cependant des essais sur du minérai de chromite faits par M. Harold Leverin de la Division des Mines ont donné des résultats négatifs quant à la présence du platine.

On trouve dans le chromite des diamants de bonne qualité, mais trop petits pour qu'ils aient quelque valeur comme pierres précieuses. On a encore trop peu de connaissances sur leur mode de gisement pour conclure à leur présence ou leur absence en quantités d'une certaine valeur commerciale.

CARACTÈRES GÉNÉRAUX DU DISTRICT.

Topographie.

ASPECT GÉNÉRAL.

Aspect régional.—Cette partie de la province de Québec située au sud du fleuve St. Laurent est formée de deux parties complètement distincte par leur apparence topographique: la vallée du St. Laurent et les hautes terres des Apalaches. La vallée du St. Laurent est presque assez égale pour paraître à l'oeil d'un observateur comme une plaine. Elle s'élève cependant jusqu'à une hauteur de 100 pieds au-dessus du niveau de la mer près du fleuve et jusqu'à 400 pieds près de la base des hautes terres, et on la considère avec justesse comme une large vallée unie, bien qu'on puisse souvent l'assimiler à une plaine. Sa largeur varie du côté sud depuis 50 milles près de la frontière sud de la Province jusqu'à 4 ou 5 milles à peu de distance au nord-est de la ville de Quebec, où les hautes terres et la vallée de la rivière se rapprochent beaucoup.

Les hautes terres des Apalaches, quelquefois désignées sous le nom de collines Notre-Dame, sont une extension des montagnes Vertes du Vermont et des montagnes Blanches du New-Hampshire, états voisins du sud de la province de Québec. Les hautes terres consistent en rangées de collines atténuées (voir Frontispice) dont la direction est nord-est, séparées par de large

vallées dont l'altitude est de beaucoup supérieure à celle du St. Laurent. Les collines forment trois principales crêtes ou chaînes espacées d'environ 25 milles. La plus large est la chaîne de Sutton qui borde la plaine du St. Laurent. Les montagnes Sutton s'élève à une hauteur de 3,100 pieds près de la ligne de l'Etat du Vermont et ce point est le plus haut du district. Plus loin vers le nord-est, dans les comtés de Mégantic, Arthabaska et Wolfe, cette chaîne a une largeur de 15 milles, et en plusieurs endroits elle a une altitude de plus de 1,500 pieds. La seconde chaîne présente une cavité où est située la ville de Sherbrooke, et forme les collines Capelton et Stoke ainsi que les collines de Weedon. Le plus haut point de cette chaîne est le Pic Nu (Bald Peak) à l'extrémité nord-est de la montagne Stoke, dont l'altitude au-dessus du niveau de la mer est de 2,400 pieds. La troisième chaîne ou chaîne du Lac Mégantic n'est située qu'en partie en Canada, et forme la ligne frontière entre la province de Québec et l'état du Maine. A l'endroit où le chemin de fer Canadien du Pacifique la traverse, elle a une élévation de 1,852 pieds, mais elle est beaucoup plus haute en d'autres endroits.

A part ces grandes lignes ou chaînes de montagnes, il y a de nombreuses collines, dont plusieurs ont la forme de buttes, causées par des intrusions métamorphiques, et distribuées plus irrégulièrement à travers la région. Dans la vallée du St. Laurent, les seules projections au-dessus de la surface égale de la plaine sont les monts Montérégiens. Ils sont au nombre de huit et consistant en des collines isolées, escarpées, placées sur une ligne à peu près droite qui traverse la vallée. Dans les dépressions entre les chaînes de Sutton et du Lac Mégantic, il y a six ou sept collines granitiques dont la forme est semblable à celle des monts Montérégiens, mais qui en diffèrent beaucoup sous d'autres rapports. Il y a aussi sur le côté sud de la chaîne de Sutton, près de cette rangée et sur une direction parallèle, une série de collines d'intrusion formant la zône de serpentine dont l'étude fait le sujet principal de ce rapport. Ces dernières présentes diverses formes topographiques, et il est mieux de les décrire plus en détail.

Les eaux de la région toute entière s'écoulent dans le St. Laurent par les rivières Richelieu, Yamaska, St. François, Nicolet, Bécancour et Chaudière, et leurs tributaires.

Ces rivières traversent les collines Sutton, et dans quelques cas celles de Sherbrooke, le plus souvent perpendiculairement à la direction des crêtes. Les vallées sont un peu plus étroites et leurs pentes sont plus escarpées quand la rivière traverse les montagnes, mais il n'y a pas de chutes ni de rapides importants.

Donc, dans son ensemble, la région peut être considérée comme une section d'une ancienne plaine côtière qui s'était formée autour des bords du plateau précambrien dans les premiers temps paléozoïques, et qui fut plus tard déformée par le plissement dû au soulèvement des Apalaches. La rivière St. Laurent occupe dans la province de Québec la position d'un cours d'eau formé subséquemment non loin des terrains laurentiens et dans une direction parallèle à ceux-ci. La zone de haute terre le long de la ligne frontière entre la province de Québec et l'état de New-York représente une ancienne côte maintenant bien usée dans le voisinage et qui s'est perdue dans les plissements des Apalaches et les failles plus loin vers le nord-est. Les rivières principales qui arrosent cette région sont des cours d'eau formés dans ce temps et s'écoulant vers le nord dans le St. Laurent, le long du versant intérieur de cette ancienne côte déformée. D'un autre côté, leurs tributaires coulent vers le nord-est ou vers le sud-ouest, guidés par les plissements de la région, et leur cours est souvent modifié par l'action de la période glaciaire. Les tributaires sont plus fréquemment parsemés de chutes et de rapides, et forment la source principale des pouvoirs d'eau du district. Par conséquent on croit qu'ils sont plus récents que les rivières où ils se déversent.

Aspect local.—Le district particulier qui fait le sujet de cette étude est situé sur le versant sud-est de la chaîne de Sutton, entre les rivières St. François et Chaudière. En regardant du côté sud le pays paraît avoir une surface uniforme presque égale, l'horizon n'étant interrompu que par le profil des collines de Sherbrooke ou de la chaîne du Lac Mégantic plus au loin. Du côté nord-ouest, cependant, les collines de la chaîne de Sutton s'élèvent presque immédiatement à partir de la limite de la

zone de serpentine jusqu'à une hauteur plus considérable que celle de la plupart des collines de cette série, et bloquent la vue à une distance de 3 ou 4 milles ou moins.

Aspect particulier.

Reliefs.—La région qui recouvre la zone de serpentine présente des reliefs assez distinctifs. Les collines ont des profils abrupts, quelquefois escarpés, et même surplombants, causés par les différents degrés d'érosion des diverses roches de la série. Ils forment ainsi un contraste frappant avec les pentes douces et les contours peu accidentés des collines plus anciennes qui composent les chaînes principales.

Le chemin de fer Québec Central qui suit la direction de la zone de serpentine sur la plus grande partie de la distance entre les rivières St. François et Chaudière a une altitude de 485 pieds à Sherbrooke. A la station de Disraeli, l'altitude est de 869 pieds; au Lac Noir: 940 pieds; à Robertson: 1,205 pieds; à East Broughton: 1,224 pieds, et à Beauce Jonction sur la rivière Chaudière: 491 pieds. Les collines de la zone de serpentine s'élèvent au-dessus de ce chemin de fer de 100 pieds à 1,000 pieds. La surface de cette zone parait donc être faite en arche dans la sens de sa longueur, et cette conformation s'accorde avec la structure en dôme bien distinct de la chaîne de Sutton. Le sommet de ce dôme, qui devrait être vis à vis la station Broughton, a été enlevé par l'effet des érosions, aidées probablement par des failles, et est remplacé par la vallée transverse d'une branche de la rivière Tamise, tributaire de la rivière Bécancour. C'est pourquoi la station de Broughton a une altitude de 1,106 pieds, 100 pieds plus bas que Robertson, situé 4 milles au sud-ouest, et que East Broughton, également distant du côté nord-est. Les côtés de la vallée transverse, au nord-ouest du chemin de fer, sont escarpés et s'élèvent d'environ 800 pieds au-dessus du lit de la rivière, laissant à découvert des couches de serpentine.

Egouttement.—La partie septentrionale du district, excepté une courte distance à partir de la rivière Chaudière, est arrosée par la rivière Bécancour. La Tamise prend naissance sur le côté sud-est de la rangée Sutton, traverse celle-ci par la brèche

de Broughton mentionnée plus haut, et se joint à la Clyde à Lloyds Mills dans le canton d'Inverness pour former la rivière Bécancour. La rivière Thetford prend naissance dans le Lac Bécancour, dans la partie sud-est de Thetford, et se jette dans le lac Noir. De là, sous le nom de rivière Noire, elle traverse la rangée Sutton par une passe située dans les cantons d'Ireland et Halifax dans lesquels elle forme une série de lacs: lac à la Truite, lac William, et les lacs Adderly. De ce point jusqu'à son confluent avec la Tamise, elle est connue sous le nom de Clyde.

La rivière Nicolet prend sa source dans le lac du même nom dans le canton de Garthby, se dirige vers le nord et se jette dans le St. Laurent. Le long de son cours, plusieurs branches, portant le même nom, se joignent à elle, et l'une de ces branches s'élargit pour former les lacs Petit Nicolet près d'Asbestos.

Le reste du district est arrosé par la rivière St. François qui court dans une direction sud-ouest parallèlement aux rangées Sutton et Sherbrooke, pour les premiers 50 milles; près de Sherbrooke, elle tourne alors à angle droit, se dirige vers le nord-ouest, puis traverse les deux rangées de collines pour aller se jeter dans le St. Laurent.

Dans la vallée de la rivière St. François, il y a une grande différence entre la première partie et la deuxième. Dans la première il y a plusieurs lacs dont les contours sont irréguliers, quelques rapides, et fréquemment les flancs de la vallée sont escarpés. Elle présente les caractères généraux d'une rivière encore jeune. Mais dans la partie inférieure, de Sherbrooke à son embouchure dans le St. Laurent, il n'y a pas de lacs, bien qu'on y trouve quelques rapides. La vallée est large, ses côtés sont bas ou en pente douce, excepté dans les endroits où elle passe à travers les principaux plis des couches qu'elle traverse. Elle a donc l'aspect général d'une vallée plus ancienne que la première partie. Les tributaires qui viennent grossir ses eaux soit du côté nord-est, soit du côté sud-ouest ont plutôt les caractères de la première partie. On y voit des vallées étroites et irrégulières, des lacs ça et là, et plusieurs rapides. Ceux-ci sont d'autant plus importants qu'ils fournissent les principaux pouvoirs d'eau du district.

La rivière Magog se jette dans la rivière St. François à Sherbrooke par une cascade donnant une hauteur de chute de 100 pieds sur un parcours d'environ ¼ de mille; cette chute fournit la force motrice aux principales industries de la ville. La rivière Ouatopekah se joint à la St. François à Windsor Mills (Moulin Windsor), et dans une descente semblable sur le côté nord-est, fournit la force motrice aux industries qu'elle a fait naître dans cette ville. Il y a un rapide le long de la partie supérieure de la rivière St. François à Westbury, où elle est resserrée dans un profond canal, et on se prépare à utiliser la force de ce rapide; à East Angus, la force motrice fournie par la rivière a amené l'établissement des usines de la Royal Pulp & Paper Company; aux rapides Hareng, la force motrice est captée par la Compagnie Hydraulique St. François et transmise à plusieurs des mines du district. D'autres tributaires qui se jettent dans la grande rivière St. François fournissent de petits pouvoirs d'eau; mais dans presque tous les cas, ce sont des rivières qui se dirigent vers le nord-est ou vers le sud-est, ou parallèlement aux plis des rangées de collines.

Climat.

La température moyenne du district est d'environ 40°F. Pendant l'été le maximum est rarement au-dessus de 90°F. et en hiver la température tombe bien peu souvent au-dessous de 25°F. en bas de 0. La moyenne de température pour juillet et août est 65°F. et pour janvier et février: 15°F.

Le pluviomètre marque annuellement environ 40 pouces, dont 30 pouces pour la pluie. La balance est estimée par le calcul à une chute totale de 90 à 100 pouces de neige. La quantité et la fréquence des chutes de neige est un facteur important dans les exploitations des mines qui se font le plus souvent à ciel ouvert.

Agriculture.

La saison d'été n'est pas longue, mais la végétation est rapide. Les semailles se font ordinairement en mai, les foins en juillet; le grain est moissonné en août, et les récoltes de racines sont faites de bonne heure en septembre.

La culture mixte et la laiterie sont les principales occupations des cultivateurs. Dans les intervalles entre les principaux travaux de la ferme, les fermiers trouvent souvent de l'emploi dans les mines. Cette pratique est de plus en plus abandonnée à cause de l'amélioration des méthodes de culture, et plus spécialement à cause des soins constants que nécessite l'exploitation de la laiterie.

Voies de transport et de communication.

La construction des chemins de fer du district a été mentionnée dans l'aperçu général qui forme la première partie de ce rapport. La plus grande partie du district est desservie par le chemin de fer Québec Central, qui fait maintenant partie du réseau du Pacifique Canadien. Les principales gares d'expédition des produits des mines le long de cette ligne sont: Thetford Mines, Lac Noir et East Broughton. Thetford Mines est à 76 milles de Québec, 67 milles de Sherbrooke et 168 milles de Montréal. Lac Noir est à 4 milles au sud de Thetford, et East Broughton à 18 milles au nord. Des voies d'évitement et de courts embranchements conduisent aux mines principales.

On se rend aux mines d'Asbestos par une voie ferrée de 4 milles appartenant à la Danville Asbestos and Asbestic Company qui relie les mines avec le chemin de fer du Grand Tronc à Danville qui est à 88 milles de Montréal et 86 milles de Québec.

Les chemins publics se rendent dans toutes les parties du district. Ils sont généralement tracés sur le fronteau des rangs, mais fréquemment déviés pour se conformer à la topographie du district, ou pour atteindre convenablement les voies ferrées. Les meilleures de ces routes sont entretenues dans un état qu'on peut considérer comme seulement assez bon; mais la plupart sont dans un triste etat. La coutume de réparer les routes à la corvée est encore en vigueur, et l'on fait peu ou pas de travaux permanents sur les chemins.

On peut obtenir des communications par téléphone ou par télégraphe partout dans le district.

GÉOLOGIE GÉNÉRALE.

Considérations générales.

Au nord de la vallée du St. Laurent, le Précambrien du grand axe continental s'étend vers le nord et vers le nord-ouest jusqu'aux détroits d'Hudson et l'Océan Arctique. La vallée du St. Laurent est recouverte par des couches d'âge Palaeozoique qui sont classées entre le Cambrien et le Dévonien. Depuis le bord du Pré-Cambrien jusque vers le milieu de la vallée les couches sont dans un ordre ascendant et peu dérangées de leur position. L'inclinaison générale est vers le sud-est, et l'angle de cette inclinaison est rarement plus de 10 degrés, et généralement il est d'environ 5 ou 6 degrés. Le Potsdam, le Calcifère, le Chazy, le Trenton, l'Utica et le Lorraine sont successivement exposés sans aucun intervertissement, en autant que nos connaissances actuelles nous permettent d'affirmer. Cette partie de la vallée est séparée de la partie orientale par une faille qui part de la tête du Lac Champlain et se rend au fleuve St. Laurent près de la ville de Québec, puis de là se continue vers le nord-est dans ou près du canal de la rivière. La longueur totale de cette séparation fut estimée par Sir William Logan à pas moins de 900 milles. La plaine est recouverte d'un épais manteau de diluvium et on peut très rarement, ou pas du tout, reconnaître cette faille dans la topographie de la Province de Québec au sud de la ville de Québec. Mais les roches sur le côté oriental de la faille sont distinctes de celles qu'on trouve dans la plaine du côté occidental par les plissements plus nombreux et les dérangements plus forts de leur position primitive qu'elles ont subis, ainsi que par des différences palaeontologiques et lithologiques.

Les différences lithologiques, à part celles qui sont dues au métamorphisme dynamique, indiquent généralement que les roches du côté oriental de la faille ont été déposées sous des eaux peu profondes. Les caractères paléontologiques qui distinguent la partie orientale de la partie occidentale montrent que les eaux de la première étaient plus froides, et d'après l'interprétation de Schubert et Ulrich[1] indiquent l'existence d'une barrière étroite

[1] Ulrich and Schuchert. 'Paleozoic Seas and Barriers,' N.Y. State Museum Bulletin 52, pp. 633-663, 1902.

dans les premiers temps de l'Ordovicien, s'étendant vers le nord-est à travers la partie centrale de la vallée actuelle.

Les dissemblances indiquent que la faille Champlain-St. Laurent se produisit près de l'extrémité occidentale des monts Apalaches.

Les couches de la partie orientale de la vallée sont considérées comme à peu près contemporaines de celles de la partie occidentale. Cependant, quand on approche des hautes terres, formées par un soulevement plus considérable le long de la principale anticlinale des crêtes, on découvre de plus grandes superficies des formations inférieures ou anciennes.

Les portions centrales des principales rangées des hautes terres sont formées de roches d'un métamorphisme intense. Quelques-unes de celles-ci sont des roches volcaniques transformées, des porphyres, et des diorites, qu'on croit de l'âge précambrien. Une autre partie considérable est composée de sédiments transformés, et peut-être de roches pyroclasiques, dont l'âge est très incertain. Dans les bassins entre les rangées principales, et sur le flanc des collines, et en divers endroits les recouvrant complètement, on voit des sédiments d'âge Paléozoïque semblables à ceux de la partie orientale de la plaine. Ici, cependant, on trouve des marques évidentes de la différence de résistance à l'érosion entre l'Ordovicien et le Cambrien, et l'action du temps ne semble pas avoir eu d'effet sur la disposition des couches à l'ouest de la faille Champlain-St.-Laurent. Parmi les sédiments des deux terrains, la plaine et les hautes terres, on trouve beaucoup d'intrusions de roches métamorphiques. Dans la plaine, les intrusions des roches alkalines de la série Montérégienne forment huit buttes bien en évidence. Dans les hautes terres, on trouve des intrusions isolées de granite, principalement dans la dépression entre les chaînes de Sherbrooke et du Lac Mégantic; les intrusions de la zone de serpentine sont dans la dépression entre les chaînes de Sherbrooke et de Sutton, près de ces dernières et parallèles à elles. A part d'une partie de la zone de serpentine développée principalement dans le canton de Broughton, toutes ces intrusions paraissent être du même âge: on leur assigne l'âge Dévonien récent qui est reconnu comme une

période d'activité métamorphique pour les Apalaches du nord de New-York.

Les vestiges des sédiments exposés sur le sommet des collines de roches intrusives indiquent que la région a subi une érosion considérable, et que la surface a été fortement abaissée par une dénudation subséquente. La présence de petites couches dévoniennes au lac Memphrémagog et à Montréal demontre que ce système a été distribué dans cette région et qu'il est aujourd'hui presque complètement disparu. Des roches d'âge Silurien ont été assez largement distribuées, mais sur de petites surfaces; tandis que les sédiments ordoviciens sur le Mont Royal et les montagnes Shefford de la série Montérégienne indiquent que la surface de la plaine du St. Laurent a subi une érosion qui l'a abaissé d'au moins 600 à 1000 pieds.

Un fort courant glaciaire est venu du nord-nord-ouest, et les terrains qu'il a formés ont été modifiés en divers endroits par un courant glaciaire local dans lequel le mouvement de la glace venait de l'est du nord et suivait généralement la configuration des vallées de la région. La plaine du St. Laurent est couverte d'un épais manteau de diluvium (dépôt glaciaire) et d'une manière générale on peut dire la même chose des dépressions qu'il y a entre les rangées principales de collines. Aux niveaux inférieurs, le diluvium a été inondé depuis la dernière période glaciaire et redistribué par les eaux. Dans la vallée du St. Laurent la présence de fossiles marins jusqu'à 615 pieds audessus du niveau actuel de la mer démontre que les eaux d'inondation communiquaient avec l'océan. Les terrasses dans les vallées des hautes terres sont situées à un niveau plus élevé, mais on n'a pas trouvé de preuve que les eaux qui les ont formées venaient de la mer.

GÉOLOGIE LOCALE.

Roches sédimentaires.—Le district occupé par la zone de serpentine et les roches connexes gît sur le côté sud-est de la chaîne de Sutton. Cette chaîne a une structure anticlinale, et par conséquent les couches de ce district, à part quelques exceptions locales, sont inclinées vers le sud-est. Les

roches stratifiées du district consistent surtout en ardoises, quartzites et grès, et toutes ont été déformées et altérées par le métamorphisme de la région. Ces roches qui confinent la série de serpentine dans la partie du district qui a été étudiée sont toutes considérées comme étant d'âge Cambrien et les plus anciennes du district, à part peut-être quelques gisements de serpentine à quelque distance au nord-ouest de la zone principale.

Les couches d'âge Cambrien consistent en un grès feldspathique grossier ou grauwacke et en ardoises rouges et vertes recouverts par des quartzites et des schistes et ardoises gris ou gris-verdâtres. L'ardoise rouge et le grès sont une extension vers le sud de la formation de Sillery, dont le type se trouve dans l'anse de Sillery près de la ville de Québec, et plus bas le long du fleuve St-Laurent. Les quartzites et les ardoises grises sont semblables aux roches qui sont recouvertes par la formation de Sillery dans la région située entre la rivière Chaudière et la rivière du Loup, et pour laquelle on a proposé le nom de formation de l'Isle à cause de sa grande abondance dans ce comté. Elle parait avoir la même forme que la formation de Sillery qui la recouvre, mais on la distingue par le caractère originaire des roches, le degré de transformation et la direction des lits. Le Cambrien est recouvert au sud-est par des ardoises noires décomposées d'âge Ordovicien, qu'on peut classer dans la série Farnham ou Trenton inférieur. On ne les a pas encore trouvées en contact immédiat avec les roches intrusives de ce district, mais à peu de distance vers le sud elles sont entrecoupées par les intrusions de la zone de serpentine.

Sur le côté nord-ouest ou sous-jacent, les ardoises grises et les quartzites sont remplacées par du quartzose et des schistes micacés. On ne sait pas encore avec certitude s'ils appartiennent à la même formation ou à une formation plus ancienne. Mais comme cette question est de peu d'importance au point de vue économique et que ces roches occupent une très petite portion de la surface elles n'ont pas été marquées spécialement sur la carte ci-jointe, dans laquelle tous les sédiments sont entrés indistinctement comme terrains paléozoïques.

Roches métamorphiques.—Toutes les roches métamorphiques, à part peut-être les exceptions mentionnées plus haut, sont des roches d'intrusion dans les formations cambriennes.

La superficie qu'elles couvrent peut être convenablement appelée la zone de serpentine, parce que celle-ci, tout en n'étant pas la plus abondante, est la roche qui contient les principaux dépôts minéraux. On distingue dans ce district deux phases de roches métamorphiques dans la zone de serpentine, et ces phases sont d'une importance économique différente; leur degré de transformation et peut-être aussi leur âge sont différents. On les désigne sous les noms de phase de Thetford et phase de Broughton d'après les noms des cantons où elles présentent des types bien caractéristiques.

Toutes les roches métamorphiques sont sous la forme d'épauchements ou de masses intrusives plus larges qui sont des batholithes ou des laccolithes épais. Les différentes variétés de roches sont généralement différenciées des simples intrusions. Les granites et dans quelques cas une partie des porphyrites, ont apparemment formé des intrusions un peu plus tard que les autres roches de la série. Les roches de chaque intrusion deviennent généralement moins basiques de la base vers le haut du banc ou du centre du bloc vers l'extérieur. En conséquence on trouve la péridotite et la serpentine généralement près de la base des bancs ou vers la partie centrale des stocks.

TABLEAU DES FORMATIONS

Sédimentaires.

Quaternaire		Sables et graviers.
		Argile stratifiée.
		Argile à blocaux.
Ordovicien	Farnham	Ardoises noires.
		Conglomérats.
Cambrien	Sillery	Ardoises rouges et vertes et grès.
	L'Islet	schistes gris, quartzeux et quartzite.

Métamorphiques.

Roches intrusives de différents âges. Post-Sillery; une partie au moins de Post-Farnham, et peut-être plus récente que le Dévonien inférieur.	
Série de Thetford...	Péridotite, se changeant en serpentine; pyroxénite, gabbro, diabase, et porphyrite; granite et aplite.
Série Post-L'Islet... Broughton.	Serpentine. Stéatite. :tes dioritiques.

Description des form.

Ni l'échelle adoptée pour la carte qui accompagne ce rapport, ni les conditions de préparation plus ou moins avantageuses n'ont permis de marquer séparément sur la carte et différencier les formations sédimentaires les unes des autres. Au point de vue économique, qui est la considération principale dans cette étude, il n'est pas nécessaire de faire une telle séparation. C'est pourquoi, en examinant les diverses formations énumérées dans le tableau précédent, on peut les grouper sous les titres de sédimentaires, et ignées ou métamorphiques.

SÉDIMENTAIRES.

Distribution.

Le long de la partie nord-ouest du district, on trouve des roches hautement métamorphisées, qui sont probablement plus anciennes que les terrains cambriens; mais on ne peut les distinguer avec certitude des terrains environnants. Le Cambrien, tel qu'on le voit à découvert, forme une bande de chaque côté de la zone de serpentine tout le long du district. Les roches métamorphiques font des intrusions en quelques endroits dans la formation de Sillery; à d'autres endroits, c'est dans la formation de l'Islet; et ailleurs encore, c'est dans des terrains de tran-

sition entre ces deux formations. Le Cambrien entier est d'environ 4 à 5 milles de large, mais en plusieurs endroits, il dépasse beaucoup cette limite. Ces dimensions comprennent un grand nombre de couches ordoviciennes qui recouvrent le Cambrien et qui occupent les dépressions formées entre les plissements de ce dernier.

En général, l'Ordovicien occupe la partie sud-est du district, et constitue une formation continue.

La formation quaternaire couvre presque toute la surface d'un manteau épais, surtout dans les parties déclives.

Caractères lithologiques.

L'Islet.—Les roches de cette formation sont des schistes quartzeux gris, et des quartzites. Les schistes varient beaucoup en couleur, et passent du gris pâle au gris sombre suivant la quantité de quartz qu'ils contiennent. Le quartz est en grains quand il forme un constituant de la roche, et il est en veines quand il est d'origine secondaire, c'est à dire, qu'il a pénétré plus tard dans la roche. En certains endroits les veines sont très nombreuses. Outre la quartz, la roche contient du mica (séricite), et quelquefois de la chlorite et un matériau gris qu'il est impossible de classer par le triage à la main. Le quartzite est quelquefois assez pur et d'une couleur presque blanche. Dans d'autres parties on peut voir des grains de feldspath ainsi que des petites paillettes de mica.

Dans les plaques minces, on trouve que le schiste consiste essentiellement en quartz, en feldspath, et en mica. On trouve quelquefois des grains d'oxyde de fer. Par l'augmentation du quartz, le schiste passe au quartzite schisteux; et quand le montant de feldspath et de mica est relativement petit, il devient quartzite.

Sillery.—Les roches qui composent la formation de Sillery sont des ardoises rouges et vertes et des grès.

Les ardoises sont généralement des roches siliceuses, et d'un clivage facile. Comparées aux schistes de la formation de l'Islet, elles ont une texture plus fine, elles se fendent mieux, se cassent moins facilement, et contiennent beaucoup moins de veines de quartz.

Sur les plaques microscopiques, les variétés vertes paraissent contenir beaucoup de chlorite, et la variété rouge, de menus grains d'hématite. Les deux contiennent du quartz et du feldspath en grains ronds, et du mica sous forme de bandes étroites.

L'analyse chimique suivante montre la composition générale de l'ardoise rouge de Kingsey, rang 1, lot 4, près du rebord du terrain représenté dans la carte.

Analyse d'ardoise de Sillery par T. Sterry Hunt[1]:—

SiO_2	54·80
Al_2O_3	23·15
FeO	9·58
MgO	2·16
CaO	1·06
K_2O	3·37
Na_2O	2·22
H_2O	3·90
	100·24

Le grès des comtés de Beauce, Mégantic et une partie de Wolfe a l'aspect général du grès de Sillery de la localité type près de la ville de Québec. L'échantillonnage à la main montre qu'ils sont constitués par du quartz et du feldspath. Sous le microscope on voit les mêmes minéraux, mais on distingue aussi des grains de minerai de fer cimentés dans un minéral finement cristallisé probablement du quartz. C'est le type de l'arkose. Dans la partie sud de la surface présentement décrite, le grès a un ciment chloritique et la roche devient véritablement un grauwacke. Dans quelques phases elle est très feldspathique et contient très peu de quartz. On trouve beaucoup de leucoxène dans la phase de Sillery . Le terme grès est employé dans un sens générique pour désigner ces deux variétés, car elles forment une seule unité stratigraphique, et passent fréquemment d'un étage à l'autre.

Farnham.—La principale roche de cette formation est une ardoise tendre, fissile, argileuse, et d'une couleur gris d'acier. Elle contient parfois des quantités appréciables de graphite, et dans plusieurs cas une grande quantité de grains microsco-

[1]Rapport Com. Géol., Canada, 1852-3.

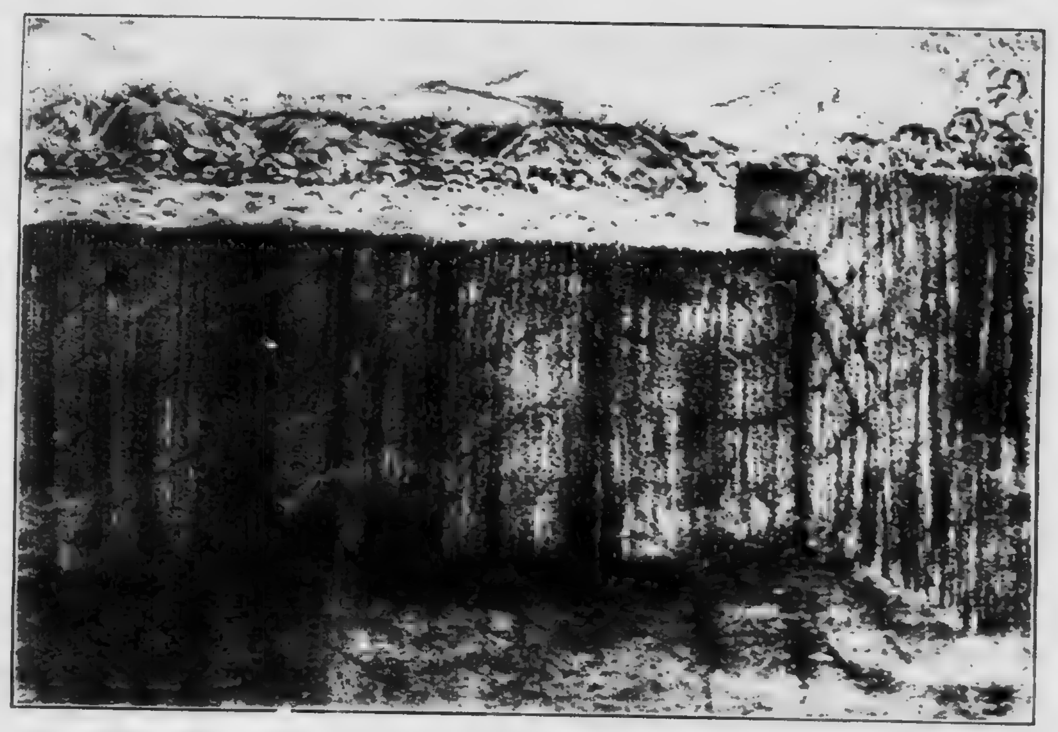
piques de magnétite. Près des intrusions métamorphiques, et dans les endroits où elles ont été spécialement transformées, elle a formé une petite quantité de mica secondaire, et est ainsi devenu une vraie phyllithe. Il y a beaucoup de filons et de veines de quartz dans cette roche, et les veines contiennent fréquemment de petites quantités de calcite cristalline entremêlée au quartz. On trouve parfois dans ces ardoises des lentilles ou peut-être des petits lits de quartzite feldspathique. Voici l'analyse chimique[1] de deux échantillons de cette roche pris dans la carrière d'ardoise de Danville.

Analyse de l'ardoise de Danville:—

SiO_2	55·75	67·85
Al_2O_3	17·87	9·10
FeO	9·07	11·14
MnO	0·70	0·79
MgO	5·81	3·23
CaO	1·14	0·98
K_2O	2·97	0·44
Na_2O	1·12	1·80
H_2O	5·26	4·55
	99·69	99·88

La base de la formation de Farnham consiste en cailloux de grauwacke, de grès, de quartzite des couches sous-jacentes de Sillery et de l'Islet, dans une matrice de l'ardoise noire qu'on vient de décrire. Les cailloux sont ordinairement bien arrondis, probablement par l'action des eaux, et dépassent rarement le diamètre de 3 à 4 pouces. Règle générale, ils ne sont pas accumulés ensemble, mais ils forment fréquemment environ ¼ de la masse totale de la roche. Parfois, ce conglomérat a une épaisseur de 100 pieds ou plus. C'est une caractéristique très constante de la partie inférieure de cette formation sur une longueur de 2 ou 3 milles au nord-ouest du gisement originaire de ces roches.

[1]B. J. Harrington, Rapport Com. Géol., Canada, Vol. VIII, 1895.



Croquis du mur sud-ouest de la vieille carrière Danville, montrant le plissement et le plongement des ardoises ordoviciennes vers le sud-est. Le mur a 30 pieds de hauteur

Quaternaire.

Le mouvement glaciaire venant de l'est-nord-est paraît s'être produit plus tard et s'être moins fait sentir que celui qui venait du nord-nord-ouest

Une partie considérable du diluvium de cette surface consiste en argile stratifiée. Elle a parfois une épaisseur de 100 pieds et une largeur considérable, et on la trouve jusqu'à une altitude d'environ 500 pieds.

Il y a aussi des dépôts épais de sables et de gravois ayant une stratification locale, comme dans le voisinage des lacs Petit Nicolet près de Danville. Ces dépôts sont probablement des dépôts de delta de la période Champlain. En d'autres endroits ils forment des terrasses autour des lacs, ou le long des canaux des rivières. Comme les argiles, les sables et les graviers sont des produits du travail des eaux sur l'argile à blocaux depuis la dernière période glaciaire.

On trouve souvent l'argile à blocaux reposant sur le roc solide dans les endroits où les circonstances permettent de la voir. Elle consiste, comme à l'ordinaire, en débris glaciaires mélangés, les blocaux représentant largement les différentes formations de roches. On trouve souvent, mais en petits nombres, des blocaux de granite laurentien, de gneiss et d'autres roches caractéristiques des terrains précambriens. Le plus grand nombre des roches erratiques sont des formations qu'on rencontre sur la rive sud de la rivière St-Laurent, et plusieurs ont une origine locale. Les preuves d'un mouvement glaciaire général venant du nord-ouest se trouvent dans les nombreuses stries et entailles faites dans les roches solides, et dans la distribution du Laurentien et autres terrains erratiques venant de cette direction. Il y eut aussi un courant glaciaire local dont la direction était donnée par la topographie actuelle. Les stries de l'est-nord-est sont fréquentes, et on trouve fréquemment des blocaux distinctifs sur une distance de 3 ou 4 milles au sud et à l'ouest des gisements fixes de ces roches.

Tectonique

Relations internes.—Les roches sédimentaires sont toutes feuilletées, le degré de foliation (ou le nombre des lamelles sur

un espace déterminé) variant avec la résistance de la roche à l'agent déformant. Les quartzites et les grès paraissent avoir été les moins comprimés, mais ils ont tout de même parfois un clivage bien apparent. Les roches argileuses sont généralement réduites en ardoises finement lamellées, et sont quelquefois pliées et plissées d'une manière très compliquée.

Le plan de clivage des roches coïncide à peu près avec la direction des lits, et en diffère très rarement de plus de 20°. Pour l'inclinaison, cependant, il n'y a pas d'accord entre les lits et le clivage. L'inclinaison du clivage est ordinairement plus forte et presque verticale, et quand la direction s'accorde avec celle des lits, l'inclinaison de ces derniers est difficile à déterminer.

Relations externes.—Les relations entre les roches sédimentaires et les roches métamorphiques seront décrites dans l'examen de ces dernières.

Dans ce district, il n'y a pas de lits plus récents que l'Ordovicien, à l'exception du Quaternaire qui du reste lui est tout à fait différent. Les roches de la région, qui sont plus anciennes que la formation de l'Islet, ne sont pas suffisamment développées dans ce district pour qu'on puisse voir d'une manière décisive leurs relations avec cette formation. On ne peut trouver de conglomérats ou d'autres indices de dissemblance, omme celle que donne la base du Cambrien.

Les seules particularités de structure qu'on peut décrire dans les relations des formations sédimentaires avec les autres formations sont donc les relations entre l'Ordovicien et la Cambrien.

Relations entre l'Ordovicien et la Cambrien.—Près de leur base, les ardoises de l'Ordovicien contiennent des cailloux de quartzite ou de grès semblables au Cambrien sous-jacent. Les cailloux sont plus gros et en plus grand nombre en approchant la ligne de séparation.

Dans le canton de Ham, au sud et à l'ouest du mont Petit Ham, où il y a de nombreuses bandes étroites d'Ordovicien recouvrant une assez large surface de Cambrien, on voit une dissemblance entre les lits des deux formations. La direction du Cambrien est uniformément N.55° à 60°E., tandis que celle de l'Ordovicien est constamment franc est, ou peu de degrés au

nord de l'est. On ne peut compter sur les inclinaisons dans cette localité, parce qu'elles ne sont pas assez clairement marquées. Mais le conglomérat basal et la discordance des lits indiquent qu'il y a du moins dans cette localité, une différence d'érosion, et une dissemblance stratigraphique entre le Cambrien et l'Ordovicien.

Le conglomérat est un caractère général et on peut le trouver dans tous les gisements de cette formation. La différence de direction ne peut être clairement remarquée que dans les cantons de Ham, Wotton, et dans une partie de Shipton; c'est-à-dire dans le voisinage de cette partie de la zone de serpentine qui s'éloigne vers l'est en dehors de la direction générale de la zone.

Mode d'origine.

Les sédiments solidifiés du district étaient originairement des grès et des schistes argileux, et par suite sont regardés comme des dépôts faits sous des eaux peu profondes.

Cambrien.—Les vieux terrains précambriens, comprenant les crètes porphyro-dioritiques et peut-être quelques sédiments récents, ont sans doute fourni les matériaux des grès ou grauwackes, qu'on peut différencier de leurs équivalents situés plus au nord et près du Laurentien par un ciment chloriteux ou grossier. Mais ces terrains n'ont probablement pas pu fournir le matériau des schistes argileux de la période. Ceux-ci sont généralement semblables à ceux du St-Laurent inférieur, et sont probablement dérivés, jusqu'à un certain point, du moins, des détritus détachés du rivage laurentien.

Ordovicien.—Le conglomérat de la base de l'Ordovicien consiste en cailloux de grès et de quartzite qu'on peut identifier avec les lits du Cambrien, dans une matrice ou ciment de schistes argileux noirs. Les schistes argileux sont composés d'un matériau qui peut provenir des ardoises du Cambrien, avec l'adjonction de montants inférieurs de matières carbonifères, ferrugineuses et calcaires.

Age et corrélation.

Cambrien.—Les formations de l'Islet et de Sillery sont identifiés dans ce district par leurs caractères lithologiques et les relations stratigraphiques l'une avec l'autre, et avec la formation sous-jacente. On les a aussi suivies jusqu'au gisement type de Sillery près de la ville de Québec où elles contiennent des fossiles, et elles ont été beaucoup étudiées dans des recherches antérieures. On leur assigne le Cambrien supérieur, d'après les déterminations d'âge donné à la formation de Sillery par Ells et Ami.[1] Il n'a pas été trouvé de fossiles dans le district qui fait le sujet de cette étude.

La détermination de l'âge de ces couches, donc, dépend d'une détermination antérieure du Cambrien près de Québec, de leur identification par les caractères lithologiques et stratigraphiques des couches semblables entre les deux points; elle repose aussi sur l'hypothèse que des sédiments de caractère lithologique similaire ont été déposés en même temps dans deux parties de la dépression de Lévis distantes de 100 milles.

Ordovicien.—L'âge des roches de ce système a été déterminé par Ells et Ami, et cette détermination repose sur la présence de fossiles qui ont été trouvés par le Dr. Ells, à Castle brook (ruisseau Château) dans le canton de Magog, dans le comté de Stanstead.[2] Les fossiles gisent dans cette localité près de la base de la formation qui est indiqué par le conglomérat basal composé de cailloux, de grès et de quartzite dans une matrice d'ardoise de Farnham. Ce conglomérat, dont le gisement est très étendu, est la plus importante base de calcul en étudiant la stratigraphie du district.

FORMATIONS IGNÉES.

Phase de Thetford.

Distribution.—Les roches métamorphiques au sud de Wolfestown forment une étroite zone dont la largeur atteint rarement un mille. Elles s'étendent de la rivière St. François, près de la gare de Corris sur le chemin de fer du Grand Tronc dans le comté

[1]Rapport annuel, Commission géologique, 1887.

[2]Rapport annuel, Commission géologique, 1894, Partie J.

de Richmond vers le nord-est jusqu'aux mines de la Asbestos and Asbestic Company près de Danville, à une distance de 12 milles. Une particularité remarquable de cette section, c'est que le côté nord-ouest de la zone est toujours composé de serpentine, tandis que le côté sud-est contient généralement de la diabase ou de la pyroxénite. Cet arrangement est caractéristique dans un épanchement qui est incliné vers le sud-est. Après un intervalle couvert de diluvium d'environ un mille de longueur, dans lequel il est impossible de déterminer la nature du roc sous-jacent, les roches métamorphiques apparaissent dans le rang I du canton Shipton et s'étendent en une bande presque continue jusqu'à la montagne Little Ham dans le comté de Wolfe. La distance est d'environ 10 milles, et la direction de la bande est un peu au nord de l'est. La diabase est la principale roche de cette section, bien qu'on trouve çà et là de la serpentine sur le côté nord-nord-ouest de la zone. Les roches ignées apparaissent ensuite dans la montagne Big Ham. 5 milles au sud-est, l'intervalle étant rempli par des sédiments cambriens et ordoviciens. De l'extrémité sud de la montagne Big Ham, la zone ignée prend encore une direction nord-est, et s'étend avec une ou deux petites interruptions jusqu à la route conduisant à Wolfestown de la gare Coleraine sur le chemin de fer Québec Central. Dans cette section, la zone est parfois plus d'un mille de large, et la distance est de 18 milles.

Dans les 10 milles suivants vers l'est-nord-est, la zone de serpentine est très irrégulière, et devient parfois beaucoup plus large. Ces parties larges sont des masses batholithiques ou laccolithiques, et comprennent la surface qui renferme les mines importantes de Thetford et de Black Lake. En résumé, pour une courte distance à partir d'ici, il y a deux zones presque parallèles, chacune de deux à trois milles de largeur, et situées à deux milles de distance: les collines de Wolfestown aux mines Thetford en forment une; et les crêtes partant du voisinage de Disraeli jusqu'à la montagne Adstock forment l'autre; mais elles sont très irrégulières. Plus loin vers le nord-est, les roches ignées sont surtout composées de diabase, et forment une zone presque continue mais plus étroite jusqu'au delà du lac Clapham, et de là

jusqu'à la montagne Broughton à une distance de 12 milles de Thetford.

Caractères lithologiques.—Les particularités essentielles des deux phases de roches métamorphiques peuvent être démontrées le plus facilement par un tableau comparatif des roches qui les composent:—

Phase de Thetford.	Phase de Broughton.
Péridotite partiellement transformée en serpentine.	Serpentine.
Pyroxénite.	Stéatite.
Gabbro.	Schistes dioritiques.
Diabase.	
Porphyrite.	
Granite.	
Aplite.	

La différence la plus remarquable entre les roches telles qu'on les trouve est leur degré de transformation. Toutes sont fortement ignées, mais les roches de la phase de Thetford sont récentes et bien conservées en comparaison de celles de Broughton. La serpentine de la phase de Broughton est beaucoup plus brisée que celle de Thetford; on ne trouve pas de péridotite ni de pyroxénite dans la phase de Broughton, et les schistes dioritiques de Broughton forment une masse de roches ignées tellement altérées qu'il est difficile de distinguer avec quelque certitude les variétés de la roche primitive.

Péridotite.—La péridotite est d'une couleur vert-foncé sur une surface fraîche, mais à l'air elle devient terne et quelquefois rouillée. Les grains d'oxyde de fer et les facettes brillantes des cristaux de pyroxène peuvent parfois être distingués sur un échantillon prélevé à la main.

La roche est composée essentiellement d'olivine, avec des quantités moindres de pyroxène, et un peu de magnétite et de chromite. Parfois le pyroxène ne se trouve qu'en petite quantité et la roche devient une dunite. Avec un excès de pyroxène sur l'olivine elle devient pyoxénite.

L'olivine est ordinairement réduite en serpentine dans de minces feuillets couvrant les facettes des cristaux, et par suite les roches de serpentine et de péridotite paraissent tellement



Montagne Big-Ham vue d'une distance de 6 milles. Ce profil montre le type des collines composées de diabase et d'autres roches basiques ue la zone de serpentine.

PLANCHE IV.



Microphotographie de péridotite (Spécimen 2048). La roche consiste essentiellement en grains d'olivine légèrement serpentinisée sur les bords.

PLANCHE V.



Microphotographie de serpentine (Spécimen 2049).

semblables qu'en campagne il est difficile et souvent impossible de les distinguer excepté sur des surfaces décomposées. On peut voir leurs différences de composition minéralogique et de structure dans les microphotographies ci-incluses montrées dans les Planches IV et V.

L'olivine est en cristaux de dimension assez uniforme qui paraissent avoir été formés à peu près dans le même temps. Le minerai de fer, quand il est présent, est le seul constituant plus ancien. Le pyroxène forme des cristaux plus gros que ceux de l'olivine, et l'on trouve parfois ceux-ci renfermés dans les cristaux du pyroxène. Les analyses chimiques suivantes montrent la composition d'échantillons typiques de la variété dunite:—

	1.	2.	3.	4.	5	6.
SiO_2	38·16	38·24	42·80	2[illegible]·81	43·87	38·40
TiO_2	neant.	neant.	......	2·20	tr.	......
Al_2O_3	0·63	0·70	......	2·01	1·64	0·29
Fe_2O	3·32	3·50	......	5·16	8·94	3·42
FeO	4·76	4·25	9·40	4·35	2·60	6·69
MgO	41·84	41·92	47·38	32·41	27·32	45·23
CaO	0·68	0·68	......	7·69	6·29	0·35
K_2O }	0·20	0·20	......	0·20	0·50	0·08
Na_2O }				0·11		
$H_2O-110°$	0·47	0·60	0·57	......	1·08	......
$H_2O+110°$	9·63	9·76	*	*8·92	*7·64	4·11
	99·69	99·85	......	......	......	......

*Aussi des petites quantités de constituants rares.

(1) Près de la gare de Black Lake (Echantillon 2048). Analyse par M. F. Connor.

(2) Ireland, rang II, lot 28, (Echantillon 3291). Analyse par M. F. Connor.

(3) Montagne Dun, Nouvelle Zélande.

(4) Péridotite, comté Elliott, Kentucky. Décrite par J. S. Diller. Analyse par T. M. Chatard.

(5) Lherzolite, Baltimore. Décrite par G. H. Williams. Analyse par T. M. Chatard.

(6) Dunite, Tulameen, C. B. Décrite par J. F. Kemp, et plus tard par C. Camsell. Analyse par W. F. Hillebrand.

On verra par la comparaison de ces analyses que l'échantillon qui se rapproche le plus de la dunite du sud de Québec est celui de Tulameen, C.B.

Serpentine.—La serpentine est de couleur vert olive foncé, et passe souvent à l'air à une couleur crême. Elle n'a pas une structure cristalline par elle-même mais contient parfois des cristaux de pyroxène et des grains d'oxyde de fer. La roche est souvent fracturée et polie montrant le mouvement des différentes parties de la roche l'une sur l'autre. Dans les sections minces on trouve rarement des restes d'olivine, bien qu'on puisse voir fréquemment des contours de cristaux d'olivine transformée en serpentine. On rencontre souvent des petites veines d'amiante suivant des cours formés par les lignes caractéristiques de séparation le long desquelles on s'aperçoit que la serpentinisation est commencée dans des cristaux d'olivine partiellement transformés en péridotite. (Voir Planche IV).

Les analyses suivantes montrent la composition de la serpentine de ce district et de plusieurs autres localités:—

	7.	8.	9.	10.	11.	12.
SiO_2	40·08	37·66	39·14	37·82	41·13	43·40
TiO_2	néant.	tr.	....	....	....	....
Al_2O_3	2·11	1·61	2·08	0·61	0·84	....
Fe_2O_3	1·13	6·15	4·27	7·92	3·86	....
FeO	1·70	1·87	2·04	1·15	2·77	3·60
MgO	*37·90	38·66	39·84	37·94	41·88	40·00
CaO	0·20	0·22	tr.	néant	tr.	....
K_2O	0·10	0·20	....	tr.	....	....
Na_2O						
$H_2O-110°$	1·35	0·75	12·70	0·75	10·88	13·00
$H_2O+110°$	13·89	12·49		12·50		
	98·76	99·61	100·18	....	101·36	100·00

*MgO probablement en petite quantité.

(7) Serpentine près de la gare de Black Lake. Analyse par M. F. Connor.

(8) Serpentine, Garthby, rang II, lot 40. Analyse par M. F. Connor.

(9) Serpentine, Grenville, Co., Plumas, Californie. Décrite par J. S. Diller.

(10) Serpentine qu'on dit être dérivée de l'enstatite, Granville Mass.

(11) Serpentine de dunite. Le Bonhomme, Vosges. Citée par Rosenbusch "Elemente Gesteinslehere."

(12) Serpentine, Ham, rang II, lot 4, Comté de Wolfe. Analyse par Hunt.

Relativement à l'origine de la serpentine, feu T. Sterry Hunt[1] basant ses observations sur les expériences de Daubrée sur la cristallisation du feldspath, dit:—

"La solution de silice dans le carbonate de soude et la conversion des carbonates de chaux, de magnésie et de fer en silicates, à l'aide de cette solution, peuvent être obtenus à la température de l'eau bouillante.............................. Les divers minéraux siliceux des roches cristallines ou métamorphiques peuvent alors être regardées comme ayant été formées soit par la cristallisation et le réarrangement des silicates qui se trouvaient dans les couches sédimentaires, soit par l'union de la silice, non-combinée ou unie avec un montant insuffisant de base, avec des oxydes existant dans les sédiments, généralement à l'état de carbonates. Dans ces réactions sont incluses les formations, avec les matériaux des roches sédimentaires, de feldspaths, de micas, de scapolites, d'épidotes, de grenats, de tourmaline, de kyanite, d'andalousite, de staurotides, de chlorite, de pyroxène, d'hornblende, d'olivine, de serpentine et de talc."

Les relations de la serpentine et de la péridotite, tellesqu'on les voit sous le microscope ou le mégascope dans cette partie du monde et dans les autres ont fait abandonner l'opinion de Hunt depuis longtemps, ainsi que celle d'autres auteurs exprimée dans le même sens. L'association constante de la serpentine aux roches ignées, et les nombreux exemples de l'altération de la péridotite et des roches semblables en serpentine prouvent abondamment que la serpentine est une roche métamorphique transformée, et n'a pas une origine sédimentaire.

[1]Géologie du Canada, p. 584.

Pyroxénite.—C'est une roche sombre et verte, entièrement cristallisée, et souvent d'une texture très grossière. On voit dans les échantillons prélevés à la main des cristaux de pyroxène, une petite quantité de serpentine interstitielle et des grains d'oxyde de fer. La section microscopique en montre un peu moins. On trouve parfois des restes d'olivine dans la serpentine, et des portions du pyroxène sont quelquefois transformées en talc, et en d'autres produits de décomposition. Le pyroxène, qui est de beaucoup le minéral le plus abondant, consiste surtout en diallage, bien que de nombreux cristaux aient les caractères optiques de l'enstatite, et d'autres de l'augite. Il arrive fréquemment qu'on trouve dans les gros cristaux des faces de clivage aussi grandes que 5 pouces par 8 pouces. Voici une analyse, No. 13, de pyroxène venant d'une colline de pyroxénite située à une courte distance au sud des mines d'amiante de Danville, et faite par M. M. F. Connor, Division des Mines, Département des Mines, Ottawa.

Analyse chimique de diallage.

—	13.	14.	15.
SiO_2	50·36	47·20	50·41
Al_2O_3	4·42	3·40	4·05
Cr_2O_3	0·47	trace.	0·60
FeO	3·34	8·91	6·57
MgO	18·21	24·53	15·33
CaO	20·85	11·36	21·34
K_2O	non det.	—	0·42
Na_2O	"	....	0·55
$H_2O-110°$	0·37	....	0·88
$H_2O+110°$	1·11	5·80	0·37
	99·13	101·20	101·60

(13) Diallage, près des mines d'amiante de Danville, comté de Richmond, Qué.

(14) Diallage, Ham, comté de Wolfe, Géol. Canada, 1863, p. 469.

(15) Diallage, Wildschonau, Système de Minéralogie de Dana, VI édition, p. 360.

La roche pyroxénite étant composée si abondamment des minéraux du pyroxène, sa composition, comme on doit s'y attendre, ressemble beaucoup à celle du pyroxène. La présence d'une petite quantité d'olivine ou de serpentine abaisse la teneur en silice et en chaux et augmente le fer magnésien.

Analyses chimiques de pyroxénite.

—	16	17.	18.
SiO_2	46·30	52·55	46·30
TiO_2	trace.	0·14	
Al_2O_3	2·58	2·71	5·27
		Cr_2O_3 0·44	
Fe_2O_3	3·45	1·27	2·59
FeO	3·57	4·90	2·92
MgO	23·18	20·39	22·42
CaO	15·20	16·52	17·30
K_2O }	15	0·27	
Na_2O }			
		MnO 0·24	
$H_2O-110°$	0·66		
$H_2O+110°$	4·77	1·09	1·02
	99·86	....	100·32

(16) Pyroxénite, Garthby, rang II, lot 40. Analyse par M. F. Connor.

(17) " var. Webstérite, Baltimore, Md., U.S.A.

(18) " var. Diallagite Gaispfadpa B, Oberwallis. Citée par Rosenbusch "Elemente Gesteinslehre", p. 222.

Gabbro.—Les roches à texture grossière consistant essentiellement en diallage et plagioclase, et qu'on trouve ordinairement entre la pyroxénite et la diabase, sont classées dans la famille des Gabbros. Elles sont parfois très altérées, et, en plus ou à la place du diallage, contiennent de la hornblende incolore (espèce d'amphibole) qui parait secondaire, et l'ensemble des produits de décomposition est connu sous le nom de saussurite. Dans ces cas on pourrait les désigner convenablement par le

nom gabbro-diorite dans le sens qui fut donné à ce terme par G. H. Williams,[1] pour désigner l'histoire aussi bien que la composition de la roche.

Un échantillon de gabbro prélevé dans le canton de Garthby où cette roche est bien développée et particulièrement bien conservée, fut décrit par F. D. Adams[2] comme suit: "Cette roche se trouve associée à la serpentine. Elle est composée de diallage et de plagioclase. Le diallage est pour la plupart assez bien conservé, bien qu'il ait quelques parties décomposées. A part des plans de clivage prismatique, il a le clivage ordinaire parfait ou "Theilbarkeit" parallèle à l'orthopinacoïde. Dans la plupart des cristaux qui se trouvent sur la surface de ce plan de clivage, les axes d'élasticité (axes de compression) font un angle avec le plan; mais on trouve plusieurs grains qui se trouvent coupés dans une direction à peu près semblable à celle de leur base ou en orthodome, et dans lesquels, par suite, la section coïncide presque ou tout à fait avec le clivage. En examinant la figure axiale qu'on voit dans ces sections, on trouve que les axes optiques forment un plan perpendiculaire au clivage, et l'on a la preuve qu'il s'agit bien d'un diallage et non pas d'un pyroxène rhombique. Le plagioclase de la section est entièrement décomposé, principalement en une masse faiblement translucide ayant une polarisation collective (saussurite). Un grand nombre de très petites paillettes d'oxyde de fer sont répandues çà et là dans la roche."

"Elle ressemble de très près au gabbro qu'on trouve près de la tête de la rivière Upsalquitch dans le Nouveau-Brunswick."

Diabase.—C'est une roche à grains fins, d'une couleur vert-grisâtre. On y voit fréquemment des filons et des taches d'épidote. Dans une plaque mince il est difficile de distinguer le caractère primaire de la roche. Le chlorite, l'épidote, le quartz, la calcite, et le leucoxène, tous des minéraux secondaires, sont ses principaux constituants. L'actinolite forme comme des bouquets de petits cristaux en divers endroits. La pyrite, et parfois la magnétite sont les minéraux accessoires les plus abondants. Des taches et des filets de chalcopyrite sont aussi fréquents.

[1]Bulletin No. 28, Commission géologique, E.U.

[2]Rapport Commission géologique, Canada, 1880-82, p. 12A.

Dans certaines plaques, cependant, il reste un peu de plagioclase primaire, et ses relations avec les produits de décomposition du pyroxène indiquent que la roche était composée originairement de diabase.

Un échantillon pris sur le lot 40, rang II de Garthby, comté de Wolfe, analysé par M. M. F. Connor, de la Division des Mines, Département des Mines, Ottawa, avait la composition donnée sous le N° 19.

Analyse chimique de diabase:

—	19.	20.	21.
SiO_2	42·96	45·46	46·68
TiO_2	0·66	——	——
Al_2O_3	17·45	19·94	17·12
Fe_2O_3	2·29	15·36	2·18
FeO	11·04	—	7.61
MgO	9·77	8·71	10·34
CaO	6·80	10·12	13·46
K_2O	1·51	3·21	trace.
Na_2O	1·93	2·12	1·75
$H_2O-110°$	0·47		
$H_2O+110°$	4·75	2·20	0·88
	99·63	....	100·02

(19) Diabase, Garthby, rang II, lot 40. Analyse par M. T. Connor.
(20) " Ausable Forks, N. Y. Analyse par J. F. Kemp.
(21) " Gabbro-diorite. Windsor Road, Baltimore, Md. Analyse par L. McCay.

L'analyse du N° 21 est mise pour comparaison, et ce N° 21 est un Gabbro-diorite venant des environs de Baltimore et décrit par G. H. Williams.[1] Aux alentours de Baltimore, Williams trouve que les gabbros et les gabbro-diorites ont la même composition générale. Dans le district présentement décrit, on pense que les diabases et les gabbros ont une différence de struc-

[1] U.S. Geological Survey, Bulletin 28.

ture due plutôt aux conditions de refroidissement du magma qu'aux différences originaires dans la composition chimique. C'est ce qu'on remarque dans la comparaison des analyses N° 19 et N° 21.

Porphyrite.—On trouve fréquemment sur les rebords de la diabase qu'on vient de décrire des phases qui présentent en plaques minces les caractères de la porphyrite. La structure est entièrement celle du porphyre. La pâte est composée surtout de chlorite et d'épidote en grains fins, et on peut y voir des phenocris taux de plagioclase. Ces roches sont bien à découvert sur le côté sud du Pinacle Shipton et en plusieurs endroits e long du rebord supérieur des épanchement. Bien que cette roche ne soit pas importante par la surface peu considérable qu'elle occupe, elle mérite une mention parce qu'elle marque la limite des roches acides en plusieurs endroits.

Granite.—Le granite de la zone de serpentine est d'une couleur plutôt pâle, et consiste essentiellement de quartz, d'orthoclase, de plagioclase et d'hornblende. Il contient généralement un peu d'oxyde de fer. On trouve parfois des quantités importantes de biotite, mais en général, il n'y en a pas du tout.

Elle est surtout abondante dans les parties centrales des plus grosses roupes de granite qu'on trouve entre la route Poudrier et les mines Thetford. Dans ces endroits on remarque aussi que le granite est souvent porphyritique.

Il y a une particularité lithologique curieuse qui mérite une mention spéciale. La relation de la hornblende au quartz indique soit un mode peu ordinaire de transformation de la première, soit quelque forme de corrosion du magma entre eux. Ce phénomène fut remarqué pour la première fois dans les granites de cette zône dans le canton de Shipton par Dr. F. D. Adams.[1] Celui-ci le décrit ainsi: "La roche n'est plus intacte. Le feldspath, dont une proportion très considérable est du plagioclase, est beaucoup décomposé, et la hornblende est transformée d'une manière très spéciale et inconnue jusqu'ici. On distingue clairement trois phases de transformation: (1) La hornblende se change en une masse écailleuse ayant l'apparence du chlorite.

[1]Rapport annuel, Commission géologique, Canada, 1880, 1881, 1882, p. 8A.

On ne voit pas cette phase dans tous les cas. (2) Il y a une zône de fines aiguilles, généralement en bouquets, à réflexion parallèle, et d'une couleur brune ou jaune. Cette couleur, cependant, n'appartient probablement pas aux aiguilles elles mêmes, mais est plutôt due à la séparation de l'hydrate de fer dans la décomposition des molécules de hornblende. (3) Sortant de ces touffes ou bouquets, on remarque des aiguilles longues et extrêmement fines, ressemblant à des cheveux, et pénétrant le quartz. Elles sont incolores et probablement de même nature que celles de la zône jaune, mais plus longues et plus fines. Le Dr. George Williams, de l'Université John Hopkins, remarque le fait curieux de la "relation constante qui existe entre une hornblende et un quartz; tandis que le rebord du cristal de hornblende qui est en contact avec le feldspath est aigu et intact, ou au moins fibreux, le rebord du même cristal qui touche au quartz présente presque toujours le phénomène décrit. "Le Dr. Williams considère que par une réaction mutuelle ces deux minéraux ont agi l'un sur l'autre d'une manière exactement semblable à celle que l'on observe entre le plagioclase et l'olivine dans les olivines-diabases Scandinaves, dans lesquelles il se forme des silicates d'une nature indéterminée le long de la ligne de contact entre les deux minéraux."

Cette relation spéciale entre la hornblende et le quartz est très constante dans les granites de la zone de serpentine.

Aplite.—On trouve l'aplite dans des veines et dans des petits corps d'intrusion apparemment connexes au granite. Elle ne contient pas de fer magnésien, mais consiste en quartz et en orthoclase, et est d'une texture tellement fine qu'on ne peut distinguer ces minéraux dans les échantillons prélevés à la main. La quantité totale de cette roche est faible, mais comme le porphyrite elle est importante à cause de sa haute teneur acide servant à la différenciation.

Phase de Broughton.

Distribution.—La phase de Broughton est aussi étendue que la série de Thetford. Elle consiste principalement en un banc retourné ou une série de bancs qui s'étend à part quelques in-

terruptions du lot 13, rang, III, de Broughton jusqu'au lot 17, rang IV de Thetford, une distance de 13 milles. Sur cet épanchement sont situées les mines de East Broughton et Robertson. Plusieurs gisements isolés de serpentine dans Ham, Leeds et Tring appartiennent probablement aussi à cette série.

Caractères lithologiques.—Serpentine.—La serpentine de la phase de Broughton est de couleur plus pâle que celle de Thetford, et contient peu ou point de minerai de fer. Une grande partie est en fragments fins et doux au toucher comme du savon. Il y a une couche de fibre longitudinale d'amiante sur la plupart des surfaces fracturées. Sous le microscope, on trouve dans quelques plaques les plans de clivage du pyroxène dans la serpentine. Parfois presque toute la roche est fibreuse; mais on n'y trouve pas le réseau des petites veines d'amiante qu'on rencontre souvent dans la serpentine dérivée de l'olivine des roches de la phase de Thetford.

On constate la différence de tenacité et de dureté des deux phases de roches en exploitant les mines. Il faut beaucoup moins d'explosifs pour l'extraction de la roche dans les carrières de Broughton que dans celles de Thetford, et les cylindres employés pour la pulvérisation finale de la roche durent beaucoup plus longtemps dans les moulins de concentration de Broughton que dans ceux de Thetford.

Dans les parties de la serpentine de Broughton qui ne sont pas fracturées, il n'y a pas d'amiante, et la roche est plus dure et plus tenace. Sur des plaques minces de ces parties, qui sont généralement situées près de la base des bancs on s'aperçoit ordinairement que la roche est complètement transformée en serpentine, ou quelquefois en serpentine et en chlorite. Le seul minéral primaire qui ait été trouvé jusqu'ici dans cette roche est le pyroxène, sous la forme dê quelques débris de cristaux, excepté dans la carrière 17 de la mine Robertson, où il y a des parties d'olivine originale, et où le caractère de la roche devient généralement semblable à celui de la roche de Thetford.

Stéatite.—La pierre-savon ou stéatite, qui contient parfois des veines ou filets de talc est développée d'une manière considérable dans les roches de la phase Broughton. On la distingue par sa couleur gris pâle et son toucher doux et onctueux. Sur les

surfaces exposées à l'air il y a quelquefois une couche brun-rouillée qui indique une teneur en fer plus haute qu'à l'ordinaire. On voit parfois quelques taches de pyrite dans la roche, mais elles sont rares. Il n'a pas été fait d'analyse de stéatite des environs immédiats; mais T. Sterry Hunt[1] a fait une analyse d'un matériau très semblable provenant de la zone de serpentine dans le canton de Potton, et voici le résultat sous le No. 22:—

	22.	23. Composition théorique du talc pur.
SiO_2.....	59·60	62·8
MgO....	29·15	33·5
FeO.....	4·50	Contient ordinairement un peu de fer à la place de l'oxyde de magnésie.

Schistes dioritiques.—Ces roches occupent dans la phase de Broughton la position du gabbro, de la diabase et du porphyrite dans les roches de la phase Thetford, et sont tellement décomposées qu'il est impossible de déterminer d'une manièr définitive leurs caractères originaires. Elles consistent principalement en chlorite et en épidote, avec petite quantité quartz. Leur couleur est verte ou vert-grisâtre. Elles sont très feuilletées, et on y trouve des bandes parallèles d'épidote et de chlorite longues de plusieurs pieds sans interruption. Leur composition et le fait qu'elles forment des brèches aves les sédiments sus-jacents, montrent qu'elles sont d'origine métamorphique. Elles sont, cependant, regardées comme des équivalents très décomposés des diabases et en relations étroites avec les roches de la phase de Thetford mentionnées plus haut.

Relations de structure.

Relations internes.—On trouve rarement les différentes variétés de roches ignées parfaitement distinctes l'une de l'autre. En remontant de la base au sommet d'un lit, ou en allant du centre vers l'extérieur d'un bloc, on rencontre ordinairement les roches

[1]Géologie du Canada, 1863, p. 470.

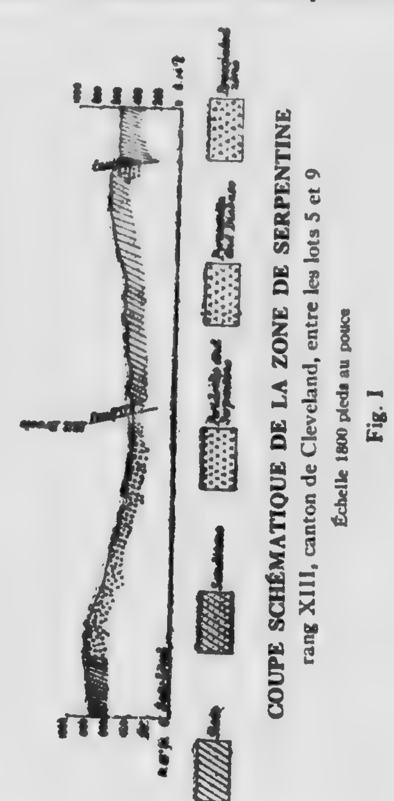
dans l'ordre suivant: péridotite, pyroxénite, gabbro, diabase et porphyrite. Parfois le porphyrite est remplacé par un granite à grains fins ou aplite. Le granite forme fréquemment des intrusions dans les roches basiques, mais en divers endroits il parait avoir une grande différence avec elles. Dans les lisières et les veines d'intrusions acides le granite est souvent remplacé par de l'aplite. Quand le métamorphisme a été plus intense, la péridotite est devenue serpentine; la pyroxénite est transformée en stéatite et les autres roches basiques sont représentées par les schistes dioritiques. Quand une roche est beaucoup plus abondante que les autres dans une petite intrusion, la disposition n'est pas complète, mais quand toutes ou plusieurs des variétés sont présentes, elles sont disposées dans l'ordre donné plus haut.

Foliation.—Dans la phase de Thetford on trouve des roches lamellaires dont la foliation est évidemment due à une compression régionale, mais cette foliation est beaucoup moins prononcée que dans les roches de la phase de Broughton. Dans cette dernière, les diorites sont réduites en schistes bien lamellés, et la serpentine est très fissile. Cette altération de la serpentine est probablement due, en partie du moins, à la compression fournie par les eaux, comme nous l'avons déjà remarqué dans la discussion sur la formation de la serpentine.

Failles.—On rencontre beaucoup de failles peu importantes dans la serpentine, mais elles sont moins fréquentes dans les autres roches ignées. Plusieurs sont dues à de petits mouvements, comme celles qui paraissent avoir été produites lors de l'intrusion des nombreuses veines de minerai. Mais on voit aussi fréquemment des déplacements de plusieurs pieds qui indiquent un mouvement dans la masse des roches. Les veines d'amiante n'ont pas de failles ou rarement.

Il y a une faille d'importance régionale dans la partie sud de ce district, qui s'étend beaucoup plus au sud, au-delà de la rivière St. François. Elle forme une tranchée bien marquée du Pinacle Shipton dans le comté de Richmond jusqu'à l'extrémité méridionale du lac Long dans le canton d'Orford, comté de Sherbrooke, une distance de 25 milles; et on peut la suivre encore 8 milles plus au nord-est jusqu'aux lacs Petit Nicolet, une dis-

tance totale de 33 milles. Sur la plus grande partie de cette distance, la cavité de la faille est de 200 à 400 pieds de profondeur, de 200 à 300 pieds de largeur au fond, et le côté sud-est forme un mur escarpé. Le déplacement vertical n'a pas été moins de 400 pieds près de la ligne entre les rangs XII et XIII du canton Cleveland. L'abaissement s'est produit du côté nord-

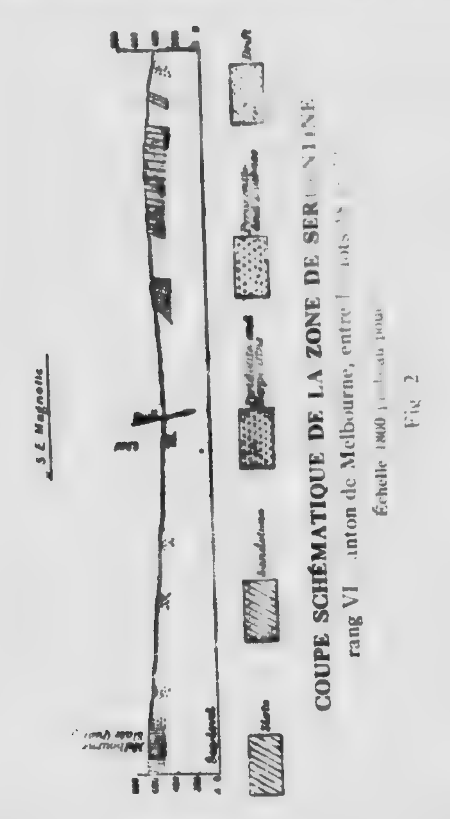


COUPE SCHÉMATIQUE DE LA ZONE DE SERPENTINE
rang XIII, canton de Cleveland, entre les lots 5 et 9
Échelle 1800 pieds au pouce
Fig. 1

ouest, et l'on trouve à découvert dans la faille un [illegible] considérable de péridotite, serpentine, pyroxénite, diabase, etc. Les figures 1, 2, 3, et 4 montrent plusieurs coupes à travers la faille.

Salbandes—Les salbandes dans la péridotite ont déterminé la position de plusieurs des plus larges bandes de serpentine.

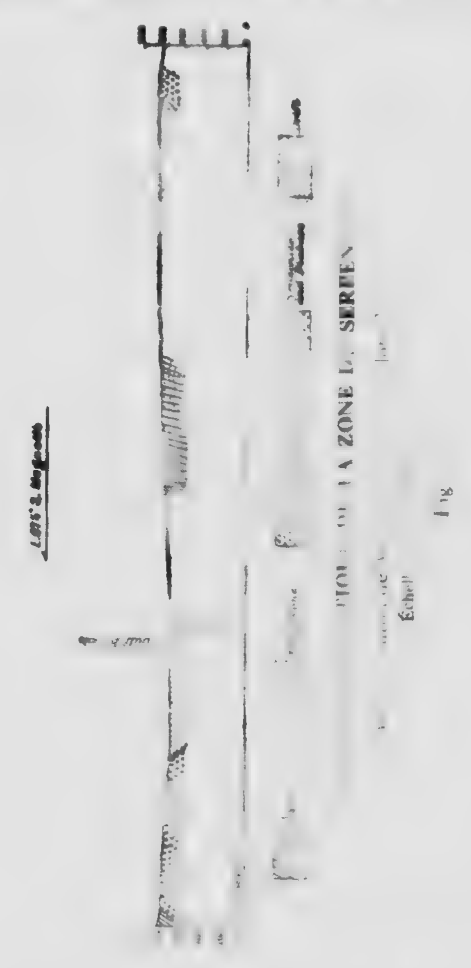
Dans d'autres cas la serpentine est tro risée pour qu'on puisse bien voir les plans de diaclase. Les autres roches du groupe métamorphique ont, règle générale, des salbandes distinctes et régulières. L'inclinaison des joints les plus rapprochés de l'horizontale parait varier quelque peu dans les différentes masses



COUPE SCHÉMATIQUE DE LA ZONE DE SER NTINE
rang VI anton de Melbourne, entre l lots
Échelle 1800 p au pou
Fig 2

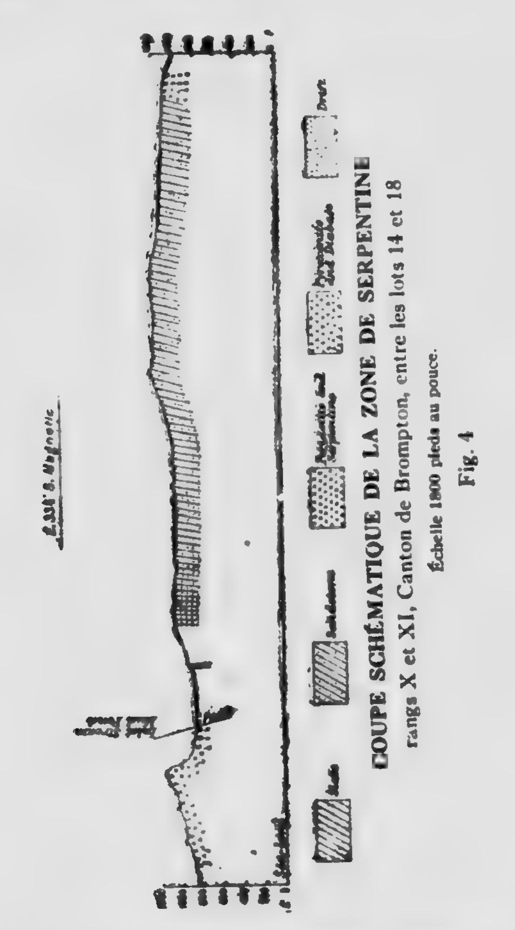
d'intrusions, et l'on peut observer en divers endroits des exemples caractéristiques de plans de diaclase détermi s par la forme du corps d'intrusion. La montagne Broughton st une mas intrusive de diabase qui s'élève au milieu des lits dont l'inclinaison générale est 75° vers le nord-ouest Dans cette montagn les salbandes qui se rapprochent le plus de l'horizontale ont une i

clinaison de 15° vers le sud-est. Elles sont très nettement marquées sur la face d'un rocher du côté sud-ouest. Sur le lot 13, rang IV, du canton Broughton, il y une nappe éruptive de serpen-



... inclinée vers ... sud-est s... le 30°, tandis que le pl... de diaclase ... plus rappro... horizontale a la même inclinaison vers le nord-ouest. L... ndes dans ces deux cas,

sont, comme on doit s'y attendre, à angles droits avec les côtés qui ont produit le refroidissement.



COUPE SCHÉMATIQUE DE LA ZONE DE SERPENTINE
rangs X et XI, Canton de Brompton, entre les lots 14 et 18
Échelle 1800 pieds au pouce.
Fig. 4

Brèches de pénétration.—On trouve quelques cas où il y a eu des intrusions successives de la diabase ou du gabbro. On peut en voir de bons exemples à l'endroit où la route Garthby traverse le Mont Louise. La plus ancienne roche, ici est le gabbro qui a été brisée et recimentée par une diorite à grain

fin, probablement la diabase. On voit des relations semblables le long de la route entre Ham sud et les coins Vezine, près de l'extrémité nord du lac Nicolet. Les fragments inclus sont anguleux, et le contact dans tous les cas a été intimement fait ou soudé, indiquant que la première roche était encore chaude ou molle quand la dernière l'a pénétrée par intrusion. Ces roches sont donc considérées comme représentant non des périodes séparées d'intrusions, mais les phases successives d'une seule période d'activité métamorphique.

Des phénomènes semblables se sont produits sur le côté nord-ouest du Pinacle Shipton. Dans cet endroit, mais sur le côté sud-ouest la diabase à grains fins devient parfois nodulaire. Quelques-uns des nodules ont jusqu'à ¾ de pouce de diamètre, et n'ont pas été déformés par une pression postérieure, comme dans le cas des amygdules ou noyaux des roches plus anciennes répandues dans la région. Les nodules forment une proportion considérable dans la roche, et sont groupés sur des surfaces de quelques pieds d'étendue.

Structure amygdaloïde. On rencontre plusieurs cas de structure amygdaloïde dans la diabase près de la gare Corris sur le chemin de fer du Grand Tronc, à la montagne Little Ham, et dans quelques autres localités. Comme plusieurs de ces gisements sont situés sur la bordure intérieure des intrusions métamorphiques, on croit qu'ils indiquent que la diabase pénétra parfois par des impulsions successives, comme on l'a démontré dans le dernier paragraphe, et qu'elle y a subi une très légère pression locale.

Relations externes.

Relations avec les formations plus anciennes.—Le contact du porphyrite ou de la diabase avec les sédiments est généralement en brèches de pénétration réciproque. On trouve parfois des fragments de roche sédimentaire sur une distance horizontale de 1,000 pieds du contact; mais le point de contact des parties susjacentes, maintenant enlevées par érosion n'a pu être déterminé. Il est probable que les brèches s'étendent du sommet de l'intrusion jusqu'à cette profondeur. La profondeur de la zone de brèches dans les épanchements parait varier avec l'épaisseur de

l'épanchement. On trouve actuellement des épaisseurs de 100 pieds en différents endroits. Les dykes sont rares ou absents. Les sédiments près du contact et les fragments dans la zone de brèches sont fréquemment très altérés, et ont probablement subi aussi des changements dans leur composition. En résumé, le contact des roches métamorphiques avec les roches sédimentaires est manifestement intrusif, et indique que l'intrusion s'est produite lentement et sans l'influence d'une force violente.

Il n'y a pas dans ce district des formations solides plus récentes que les roches métamorphiques qui sont en contact avec ses diverses parties.

Mode d'origine.

Les diverses roches de la zone de serpentine ont été formées par différenciation à même un magma commun qui s'est introduit dans les roches sédimentaires, venant de profondeurs inconnues. La disposition des différentes classes de roches les unes par rapport aux autres dépend principalement de la forme du corps des roches ignées dans chaque localité en particulier. On reconnait les formes des corps ignés par le contour des affleurements, la position des roches environnantes, et dans quelques cas par des sections transversales qui ont été mises à découvert par l'érosion ou par l'exploitation des mines.

Les corps métamorphiques tendent à prendre l'une ou l'autre de ces deux formes:

Dans la première ils forment à découvert une bande longue et étroite dont la direction est parallèle à celle des sédiments qui s'inclinent vers cette bande sur un côté et s'en éloignent sur l'autre. Quand on peut les voir dans une section transversale, on s'aperçoit clairement qu'ils forment un banc ou feuillet d'intrusion, comme les autres particularités de structure semblent l'indiquer.

La deuxième forme type est elliptique ou irrégulière, les sédiments s'éloignent de la roche intrusive dans leur inclinaison, ou parfois sont verticaux. L'altération des sédiments et quelques sections occasionnelles montrent que ces corps s'élargissent dans toutes les directions en profondeur. On croit que ces

corps sont des stocks ou laccolithes épais. Pour plus de commodité, on les désigne dans le cours de cet ouvrage sous le nom de stocks ou masses batholithiques.

L'arrangement des diverses roches est uniformément distinct dans ces deux classes de corps intrusifs. Les roches sont arrangées dans un ordre de basicité décroissante, savoir: serpentine ou péridotite, pyroxénite, gabbro ou diabase, porphyrite, et quelquefois aplite, de la base au sommet dans les épanchements et du centre à la périphérie dans les stocks. Quand une variété de roche se trouve en plus grande quantité que les autres, elle peut occuper n'importe quelle partie ou forme la totalité de l'intrusion. Mais quand il y a plusieurs variétés ensembles, invariablement elles occupent les positions relatives indiquées plus haut.

De plus quand il y a deux nappes ayant une direction parallèle la supérieure est plus acide que l'inférieure. Ainsi, dans les rangs X et XI de Broughton où deux nappes sont à découvert à des intervalles de 2 ou 3 milles, l'inférieure est composée de serpentine avec un peu de stéatite, et la supérieure de stéatite et d'une petite quantité de schistes dioritiques, probablement une diabase décomposée. Il y a peu ou pas de serpentine dans la nappe supérieure et pas de diabase dans l'inférieure. Les nappes sont de 50 à 75 pieds d'épaisseur, et à une distance verticale d'environ 75 pieds. Entre le Pinacle Shipton et la rivière St. François, une distance de 8 milles, la zone de serpentine a la forme d'un banc épais fortement incliné vers le sud-est. On trouve la serpentine à la base ou le long du côté nord-ouest, et la diabase dans les endroits où elle est présente du côté sud-est ou côté supérieur. Les mines à Amiante (Asbestos) sont dans une position similaire par rapport à la pyroxénite et aux collines de diabase sur le côté sud-est, et peuvent être une extension nord-est de la même nappe.

Plusieurs affleurements dans le canton Broughton montrent à découvert du talc ou stéatite dans la partie supérieure d'une nappe et de la serpentine dans les parties inférieures, la stéatite représentant la pyroxénite originaire. Dans Garthby, rang II, lot 40 on peut voir dans une épa[illegible] nappe inclinée de 65° vers le nord, la serpentine, la pyr[illegible] la diabase et le porphyrite

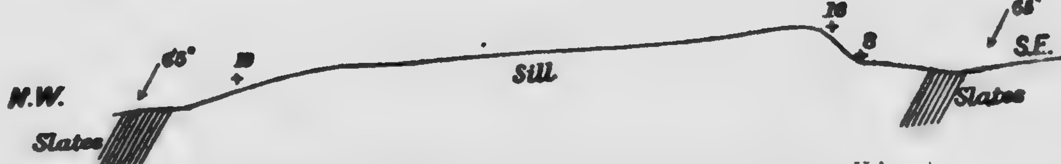


Fig. 5. Épanchement de diabase, pyroxénite et serpentine, Garthby rang II lot 40.

à découvert dans une succession ininterrompue sur une étendue d'environ 1,500 pieds.

Cette disposition des roches s'accorde avec la densité moyenne relative des principaux minéraux, et avec l'ordre dans lequel ils sont généralement cristallisés:—

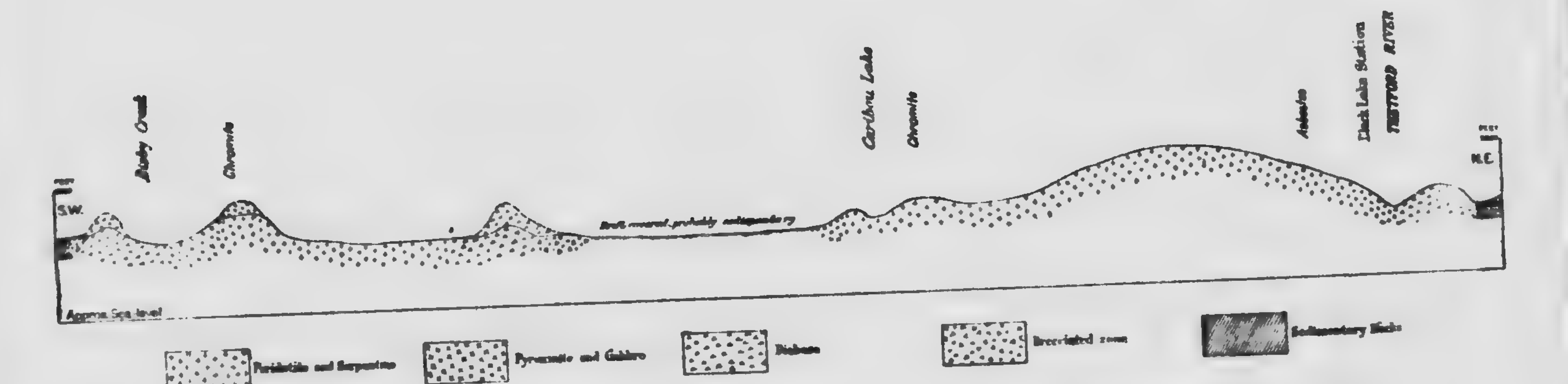
Ordre de cristallisation	Densité	Roches formées
1. Olivine	3·32	Péridotite. (Serpentine).
2. Pyroxène	3·20	Pyroxénite. (Stéatite).
3. Feldspath	2·70	Forme la diabase et autres roches alliées, avec le pyroxène.

Les cristaux d'olivine formés dans la partie la plus légère du magma pendant qu'il est encore fluide se déposent d'abord au fond de la nappe, même si l'inclinaison de celle-ci est considérable, et forment la péridotite qui plus tard se transforme en serpentine. Puis immédiatement après l'olivine, le pyroxène crystallise, et se dépose de la même manière pour former la pyroxénite. Par une transformation ultérieure, celle-ci devient stéatite. Quand le pyroxène et l'olivine se trouvent mêlés ensemble par une cristallisation simultanée, ils forment alors la variété dure et improductive de serpentine de la série Thetford, ou la talco-serpentine de la série Broughton.

Quand le pyroxène est mêlé avec le feldspath, qui cristallise ensuite dans l'ordre général, ils forment la diabase et ses roches alliées.

Cette séparation est d'autant plus complète que le refroidissement a été long.

Le granite a été trouvé en nappes dans seulement deux cas. Dans un cas, sur le lot 24, rang I, du canton Tring, il gît au sommet de la nappe et comme un matériau de différenciation. Dans l'autre cas dans les cantons Cleveland et Danville, il parait avoir pénétré plus tard que la serpentine dans laquelle il forme des veines.



COUPE SCHÉMATIQUE LE LONG DE LA LIGNE DE TRANSMISSION DE LA ST. FRANCIS HYDRAULIC CO., ENTRE LA RIVIÈRE THETFORD ET LE CREEK, BISBY

Échelle horizontale 1 mille au pouce.
Échelle verticale 2640 pieds au pouce

Fig. 6

Dans les parties découvertes des stocks, comme sur la colline entre les Mines Thetford et Lac Noir, ou entre le côté du lac Noir et la route Wolfestown, la route Belmina ou la surface autour du lac St. François, on trouve la serpentine dans la partie centrale, partiellement ou totalement enfermée dans la pyroxénite, qui à son tour est généralement entouré par une masse de diabase ayant la forme de veines. Le rebord extérieur de la diabase contient ordinairement des fragments des sédiments adjacents, et forme ainsi des brèches (Fig. 6). La coupe ci-jointe montre la disposition des roches telles qu'on les voit dans une coupe de la rivière Thetford au ruisseau Bisby. La section suit la ligne de transport d'énergie électrique de la Compagnie Hydraulique St-François à partir de la propriété de la Dominion Asbestos Company en allant vers le sud.

A un mille de l'extrémité nord-ouest de cette coupe, les sédiments sont inclinés de 70° vers le sud-est, et en dedans de quelques verges du contact, 4 milles au nord-ouest de la coupe l'inclinaison est de 75° dans la même direction. La première roche ignée est la diabase qui contient quelquefois dans sa partie extérieure des fragments de sédiments et forme ainsi des brèches. On peut voir la diabase près de l'église Catholique romaine de Lac Noir. La coupe est là couverte de diluvium jusqu'à ce qu'on atteigne la serpentine près de la gare de Black Lake, mais sur la route du lac, en bas de la maison de J. Johnston, à environ 400 pieds à l'ouest de la gare, on aperçoit à découvert du gabbro dont la composition approche celle de la pyroxénite. En suivant la ligne de section, la serpentine continue vers le sud à travers la colline au-dessus des mines Standard et Dominion bien qu'il y ait une quantité considérable de pyroxène dans le haut et du côté sud de la colline, et passe sous un épais manteau de diluvium. A l'ouest du dernier affleurement de serpentine, et près du chemin de fer Québec Central, 560 verges au nord de la voie de garage Chrome, il y a un affleurement de pyroxénite et de diabase sur le côté sud de la même surface de serpentine. Le diluvium s'étend sur une longueur de 2 milles le long de la ligne de section, et à cette distance on rencontre la seconde surface de roches métamorphiques. Elles se succèdent régulièrement comme suit: brèche, diabase, serpentine, diabase et brèche.

Les sédiments voisins sont verticaux sur une longueur de ½ mille au sud du contact, et à une distance de 2 milles, ils sont inclinés vers le sud-est sous un angle de 75°. On remarquera que la rivière Thetford et le ruisseau Bisby occupent des positions semblables dans des vallées formées par érosion dans le roc de transition entre la diabase et la serpentine; que l'inclinaison générale des sédiments de chaque côté de la zone est vers le sud-est, et que l'inclinaison, pratiquement verticale de chaque côté du contact, est généralement plus forte sur le côté sud-est que sur le côté nord-ouest.

On n'a pas trouvé de sédiments dans la partie de la coupe couverte de diluvium. Trois milles à l'ouest de la coupe, où se trouve l'affleurement le plus proche, les ardoises sédimentaires frappent cette surface presque à angle droit avec la ligne de coupe. Leurs plans d'inclinaison s'éloignent de chacune des crêtes ignées marquant ainsi entre elles une dépression synclinale qui a été ensuite bien remplie par des dépôts glaciaires.

La structure de la zone de serpentine, telle qu'on la voit dans cette coupe, suggère l'idée d'un laccolithe épais semblable à celui qui contient les dépôts de nickel de Sudbury; mais après examen attentif, on s'aperçoit que la comparaison n'est pas juste. Les crêtes parallèles comme celles qu'on trouve ici sont rares, car dans les 100 milles que nous avons visités, on ne les a rencontré que dans quelques cas. Ceux-ci semblent signifier la fin d'une crête et le commencement d'une autre dans un endroit rapproché et ayant une direction parallèle.

La disposition des roches dans les deux crêtes est la même tandis que si elles formaient parties d'un même feuillet laccolithique elles devraient être dans un ordre inverse dans les deux crêtes. Il semble donc probable que les crêtes ignées ont été formées le long de deux lignes, peut être de petites anticlinales, qui ont favorisé l'ascension du magma. Elles peuvent être reliées à une profondeur peu considérable en dessous des sédiments, car elles divergent suffisamment pour permettre que la différenciation se soit produite dans chacune d'elles.

La disposition des roches par laquelle les plus basiques sont au centre, et la masse devient plus acide vers le rebord extérieur se retrouve dans toutes les intrusions ignées de cette classe. En

théorie, on calcule que par la différenciation suivant la densité qui se produit dans un magma dont l'ascension est lente, les matériaux les plus acides comme la diabase et ses roches alliées sont amenés en contact avec les sédiments. A mesure que l'intrusion s'élève, la marge acide monte en formant une enveloppe recouvrant le bloc ou batholithe. C'est ce qu'on rencontre dans ce district dans les collines Broughton, Adstock, et les montagnes Big Ham, qui s'élèvent en cône ou en forme de selle, et dont les sommets sont recouverts d'une enveloppe de diabase. Près de la base, la diabase passe au gabbro, et où l'érosion a été très forte la pyroxénite et quelquefois la serpentine sont à découvert.

On peut voir un bon exemple de différenciation produit dans un épanchement situé dans le lot 40 du rang II de Garthby (Fig. 5) Cet épanchement est à découvert sur une étendue horizontale de 1,600 pieds. Les sédiments sur le côté supérieur sont inclinés de 65° vers le nord-ouest. On ne peut déterminer l'inclinaison des sédiments situés près du contact avec le côté sous-jacent, mais à ½ mille de distance en suivant la direction des couches l'inclinaison est aussi de 65° degrés vers le même côté.

La roche du côté nord-ouest est de la diabase ainsi que celle du sommet; près du côté sud-est, c'est de la pyroxénite, et sur le rebord sud-est, 30 pieds plus bas verticalement, de la serpentine. Les analyses suivantes ont été faites sur des échantillons prélevés sur les points indiqués dans le diagramme ci joint:—

—	No. 19.	No. 16.	No. 18.
SiO_2	42·96	46·30	37·66
TiO_2	0·66	trace.	trace.
Al_2O_3	17·45	2·58	1·61
Fe_2O_3	2·29	3·45	6·15
FeO	11·04	3·57	1·87
MgO	9·77	23·18	38·66
CaO	6·80	15·20	0·22
K_2O	1·51	} 0·16	
Na_2O	1·93		0·20
$H_2O-110°$	0·47	0·66	0·75
$H_2O+110°$	4·75	4·77	12·49
	99·63	99·86	99·61

Les analyses ci-dessus ont déjà été données dans les paragraphes précédents où l'on parle des classes auxquelles ces roches se trouvent associées de plus près. Toutes les roches sont très altérées. Sous le microscope, cependant, le No. 19 parait avoir encore les caractères généraux d'un gabbro-diabase; le No. 16 semble consister essentiellement de pyroxène dont une grande partie est probablement du diallage; et le No. 18 est de la serpentine.

La quantité plus forte d'alumine et d'alkalis dans le No. 19 peut s'expliquer par sa teneur en feldspath. La chaux semble varier directement avec le montant de pyroxène (diallage) dans la roche, tandis que la magnésie augmente régulièrement en allant vers la base de l'épanchement. Le fer à l'état ferrique augmente en allant en bas et à l'état ferreux il diminue dans le même sens.

Les roches sont trop décomposées pour permettre de calculer avec exactitude la quantité des minéraux dont elles étaient composées à l'origine. Cependant on a la preuve d'une augmentation certaine des silicates de chaux, de fer et de magnésie, c'est-à-dire des minéraux pesants en allant du sommet vers le bas de l'épanchement.

Age et corrélation.

Données.—Les formations qu'on attribue ici au Cambrien sont clairement séparés de ceux qui appartiennent à l'Ordovicien par un conglomérat formé de cailloux du premier dans une matrice du dernier. On trouve ce conglomérat généralement partout, et il forme une particularité importante dans l'étude de la stratigraphie du district, car il fournit une donnée pour reconnaitre la succession des couches au-dessus et audessous de lui.

Les caractères lithologiques des roches au-dessus et audessous du conglomérat sont aussi tout à fait distincts. Les roches calcaires et argileuses du système supérieur sont gris fer foncé ou presque noires; tandis que les ardoises, les schistes et les grès sous-jacents sont vert-grisâtre et rouges ou quelquefois presque noirs. Dans ce cas on peut distinguer les

schistes foncés de L'Islet des ardoises noires de Farnham par ce fait que, tout en étant tous deux argileux, le Farnham contient des nodules de calcaire gris qu'on ne trouve pas dans la formation de L'Islet.

La direction des lits est aussi différente entre les roches des deux systèmes dans quelques parties du district, surtout dans les cantons de Ham et Wotton dans le comté de Wolfe. Quand on rencontre les deux formations rapprochées ou en contact, comme près de l'extrémité sud-est de la montagne Little Ham, les ardoises Farnham ont une direction presque franc nord, tandis que les roches des formations plus anciennes vont N. 30° E.

Les seuls fossiles qui aient été trouvés dans le district décrit par la carte adjointe à ce travail sont quelques formes obscures des terrains ordoviciens sur le lot 14 du rang XII du canton Cleveland dans le comté de Richmond. Il n'a jamais été publié de description complète de ces fossiles; mais Sir J. W. Dawson[1] en parle dans un article sur la "Silification des fossiles Palæozoiques" comme marque du Silurien inférieur (Ordovicien). A présent on ne trouve que quelques fragments de tiges de crinoïdes.

Au ruisseau Castle dans le canton de Magog, 25 milles au sud des limites de la carte ci-jointe, il y a une région riche en graptolite du Trenton inférieur (Ville de Québec)[2]. Cette localité est sur le prolongement des ardoises noires qui constituent l'Ordovicien du district, et à quelques pieds seulement au-dessus du conglomérat qui forme sa base.

Près de la ville de Québec, 35 milles au nord des limites de cette carte, la formation de Sillery contient des fossiles caractéristiques du Cambrien[3], et d'après le Dr. Ells passe en dessous du Lévis. Celui-ci a été placé dans l'âge Beekmantown[4] (Calcifère) d'après des preuves paléontologiques.

Apparemment la formation de L'Islet se conforme à la formation de Sillery qui la recouvre, et au sud de ce district

[1]A. G. Q. J., 1879, p. 62

[2]R. W. Ells, Rapport, Com. Géol., Canada, 1894, Partie I, p. 38.
H. M. Ami, annexe au précédent.

[3]R. W. Ells, Com. Géol., 1887, pp. 63-68K.

[4]Lapworth, Trans. de la Société Royale du Canada, 1886.

le Georgia (Cambrien inférieur) sort d'en dessous du L'Islet près de la ligne frontière de l'état du Vermont.

Les roches ignées sont toutes intrusives dans les roches sédimentaires avec lesquelles elles sont en contact, et par suite plus récentes. Les roches de la phase Thetford altèrent les couches de l'Ordovicien dans ce district, et 40 milles au sud du district les roches ignées de la même série coupent les couches qui sont situées en dessous des sédiments du Dévonien inférieur d'une manière qu'on pense conforme à la position des lits au-dessus.

Les roches métamorphiques de la phase de Broughton pénètrent les sédiments de la formation de L'Islet, mais on ne les trouve pas en contact avec aucune roche plus ancienne. La phase de Broughton est beaucoup plus altérée que la phase de Thetford. Elle est fracturée mécaniquement d'une manière plus intense et sa transformation en serpentine est plus complète.

Conclusions.—D'après les données ci-dessus énumérées, on peut certainement conclure que les plus récentes formations sédimentaires, à part le Pléistocène, sont de l'âge Ordovicien et furent déposées pendant le Trenton ancien ou inférieur; et qu'il y a une non-conformité prononcée entre celui-ci et les formations voisines sous-jacentes. Il n'est pas prouvé d'une manière certaine, mais il est au moins probable que les formations sous-jacentes sont de l'âge Cambrien[1].

Les roches ignées de la phase Thetford sont, d'après les preuves trouvées dans le district, certainement de l'âge post-Ordovicien, et si les roches semblables situées 40 milles au sud ont formé des intrusions dans le même temps, elles peuvent être plus récentes que le Dévonien inférieur[2]. La phase de Broughton est peut-être du même âge que celle de Thetford, mais les plus récents sédiments qu'elle traverse sont de L'Islet, et elle a subi une déformation et une transformation plus considérables que celle de Thetford. Il est donc juste de regarder son âge comme étant posterieur à L'Islet.

[1]R. W. Ells, Rapport, Com. Géol. Can., 1887, p. 63 K.

[2]Une autre preuve de l'âge de ces instrusions peut être trouvée sur le côté est du Lac Weedon dans le comté de Wolfe, localité qui n'a pas été examinée suffisamment lors des recherches relatives à ce travail.—J.A.D.

Structure géologique de la région.

Dans la partie de la plaine du St-Laurent qui gît à l'ouest de la faille St-Laurent-Champlain, les sédiments forment une série en concordance du Potsdam à la Lorraine ou rivière Hudson. Ils n'ont été dérangés que dans des endroits isolés de la position dans laquelle ils avaient été déposés.

D'une manière générale, les particularités de structure de la région orientale de la faille sont trois plis anticlinaux séparés par de larges bassins dont la structure générale est synclinale. Les plis anticlinaux forment les principales chaînes de collines du district, la structure servant à déterminer la topographie. En général, les couches sont dans un ordre ascendant des crêtes des chaînes aux parties centrales des vallées. Mais des plis et des failles d'importance moindre, ainsi que des différences d'érosion ont amené plusieurs exceptions à cette disposition. C'est ce qu'on observe sur le côté ouest de l'anticlinal de Sutton, le plus occidental des trois grands plis, et situé à 15 ou 20 milles à l'est de la faille St-Laurent-Champlain, où la succession des formations est un peu irrégulière.

L'anticlinal le plus oriental, ou du Lac Mégantic, forme la ligne frontière entre le Canada et les Etats-Unis, et c'est pourquoi la description du côté est de ce pli n'est pas comprise dans cette étude. L'anticlinal du milieu ou de Sherbrooke divise la surface entre les deux plis Sutton et Lac Mégantic en deux bassins presque égaux d'environ 5 milles de largeur.

Dans les parties centrales des plis principaux, des roches ignées de nature volcanique et plus anciennes que les sédiments sont à découvert si fréquemment qu'on est porté à croire qu'elles forment généralement l'axe des crêtes. On rencontre des intrusions de granite dans le bassin entre les anticlinaux de Sherbrooke et du Lac Mégantic, et de roches alcalines, les monts Montérégiens, dans la plaine du St-Laurent, mais leur distribution ne parait pas avoir de relation apparente avec la structure générale de la région. D'un autre côtés, les intrusions basiques de la zone de serpentine suivent à peu près la direction de l'anticlinal de Sutton, et sont toujours sur le côté sud-est.

Histoire géologique.

(1). Les axes principaux actuels des plis des Apalaches de cette région doivent avoir été déterminés à la fin de la période précambrienne, ainsi que l'expulsion du magma de porphyre et de diorite. Ceux-ci avaient probablement subi une érosion considérable, et les roches sédimentaires pouvaient avoir été déjà solidifiées, au moins le long des flancs des masses en ignition. Il est impossible de dire à quelle hauteur les axes ont été élevés au-dessus de la surface générale, et on ne peut voir non plus à travers quelle sorte de murs les roches volcaniques ont été expulsées.

(2). Une période de sédimentation se produisit ensuite; mais on n'a jusqu'à présent aucune preuve que l'inondation qui l'a causée eut lieu avant la dernière partie du Cambrien. Elle semble s'être continuée jusqu'à la fin du Cambrien, alors que la région était de nouveau élevée au-dessus du niveau de la mer. Ce fut, peut-être pendant ce soulèvement que la série des roches ignées de Broughton forma ses intrusions.

(3). La région subit alors une période d'érosion, et resta probablement au-dessus du niveau de la mer jusqu'au Trenton supérieur (Farnham).

(4). Suivirent ensuite une inondation et le dépôt des sédiments vaseux de la série Farnham, puis probablement sans interruption le Silurien et le Dévonien inférieur, dont on retrouve des restes dans la région. Ces dépots couvrirent probablement les crêtes Précambriennes.

(5). L'élévation qui termina cette période de sédimentation fut accompagnée ou bientôt suivie d'une période d'activité métamorphique. La série de Thetford comprenant une grande partie de la zone de serpentine forma ses intrusions dans ce temps; de même pour les granites de la partie sud des Cantons de l'Est et les monts Montérégiens de la plaine du St-Laurent. La faille St-Laurent-Champlain fut probablement formée aux environs de cette période.

(6). Ces soulèvements et abaissements successifs du bassin de la vallée indiquent probablement la marche de l'élévation des chaines principales. Les forces qui produisirent l'éléva-

tion semblent avoir cessé d'agir aussitôt après les intrusions des roches métamorphiques, car celles-ci ne portent pas de traces de compression latérale.

(7). Nous n'avons rien concernant l'histoire géologique de la région à partir du Dévonien jusqu'au Pléistocène, et l'on suppose que l'érosion atmosphérique fit des progrès rapides et constants pendant ce long intervalle.

(8). Dans la période glaciaire pléistocène le pays fut balayé et aplani par des glaciers épais qui affectèrent toutes les parties de la région. Les dépressions entre les chaînes principales reçurent des accumulations de diluvium épaisses parfois de 100 pieds ou plus, et les sommets des crètes résistantes furent dénudés et débarrassés de tout sol de dépot. Le cours des plus petites rivières—celles dont la direction était transversale aux mouvements principaux des glaces, furent changés, des lacs et des rapides furent formés, et la surface acquit la plus grande partie de sa topographie actuelle.

(9). La disparition du glacier fut produite par une période d'inondation, (période Champlain). L'argile à blocaux fut assortie en partie, et les argiles stratifiées, les sables et les graviers furent séparés et redéposés, donnant aux superficies submergées une surface assez uniforme.

(10). Il se produisit ensuite un soulèvement, probablement de pas moins de 600 pieds, et depuis ce temps l'érosion et des dépots locaux ont donné à la surface de la terre sa physionomie actuelle.

GÉOLOGIE APPLIQUÉE

Les minéraux d'une valeur économique qu'on a trouvé dans la zone de serpentine sont l'amiante, le chromite, le talc, l'antimoine et le cuivre. On a trouvé aussi du platine dans des graviers dont l'origine probable vient des roches de la zone de serpentine. L'amiante est de beaucoup le plus important des minéraux trouvés ici, puis le chromite vient ensuite par ordre de valeur. Tous les deux sont actuellement exploités. On a extrait du talc et de l'antimoine, ainsi qu'un peu de cuivre. Le platine n'est reconnu que dans des gisements rares.

Amiante.

CARACTÈRES GÉNÉRAUX ET DISTRIBUTION.

L'amiante de ce district est tout entier de la variété chrysotile, c'est-à-dire un silicate hydraté de magnésie, et se rencontre seulement dans les roches de serpentine auxquelles il est essentiellement semblable en composition chimique. Il y a deux formes distinctes d'amiante connus sous le nom de " fibre transversale " et " fibre longitudinale ou fibre de bande ". La première est en veines, et est formée de fibres menues ou cristaux parallèles entre elles, et transversales à la direction de la veine. C'est la forme principale de l'amiante qu'on trouve dans la serpentine de la phase de Thetford; cette serpentine est la roche ordinaire des mines de Thetford, de Black Lake, de Coleraine, de Wolfestown et de Danville. La longueur de la fibre est ordinairement moindre que la largeur de la veine, et excède rarement 2½ pouces. L'amiante en fibres longitudinales n'est jamais en veines, mais se rencontre dans la serpentine sans arrangement défini, et forme parfois un fort pourcentage de la roche. Cette fibre est ordinairement plus courte que la moyenne de la première. Elle forme le produit principal de la serpentine de la phase de Broughton sur laquelle sont situées les mines de Broughton Est.

Bien que la fibre longitudinale se trouve surtout dans la serpentine de la phase de Broughton, et que la fibre transverse soit le produit principal de la phase de Thetford, cette règle n'est pas invariable, et, jusqu'à un certain point, on trouve les deux espèces de fibre dans les deux catégories de roche.

PRODUCTION.

Les mines d'amiante de ce district sont les plus considérables et les plus importantes de leur classe dans le monde entier. Elles ont fourni la majeure partie de la production connue dans les 15 dernières années, et elles ont contribué en 1907 pour 84% de la consommation mondiale. Le progrès

de cette industrie est bien démontré dans les statistiques suivantes, extraites des Statistiques minérales du Canada[1].

—	Production.	Valeur.
	Tonnes.	$
1878	50	
1879	300	19,500
1880	380	24,700
1881	540	35,100
1882	810	52,650
1883	955	68,750
1884	1,141	75,097
1885	2,440	142,441
1886	3,458	206,251
1887	4,619	226,976
1888	4,404	255,007
1889	6,113	426,554
1890	9,860	1,260,240
1891	9,279	999,878
1892	6,082	390,462
1893	6,331	310,156
1894	7,630	420,825
1895	8,756	368,175
1896	10,892	423,066
1897	13,202	399,528
1898	16,124	475,131
1899	17,790	468,635
1900	21,621	729,886
1901	32,892	1,248,645
1902	30,219	1,126,688
1903	31,129	915,888
1904	35,611	1,213,502
1905	50,669	1,486,359
1906	60,761	2,036,428
1907	62,241	2,484,768
1908	66,548	2,555,361
1909	87,300	2,201,775
1910	100,385	2,476,558
1911	102,224	3,026,306

[1]Préparé par J. McLeish, Chef de la section des Ressources minérales et Statistiques, Division des Mines, Ministère de Mines, Ottawa.

Le tableau suivant préparé par M. McLeish montre la production et les chargements de 1910, et la quantité qui restait en magasin à la fin de l'année:—

	Production.	Chargements.			Balance en magasin. Dec. 31.	
	Tonnes	Tonnes	Valeur	Par tonnes	Tonnes	Valeur
			$	$		$
Brut 1.	1,971	1,688	445,130	263 70	1,605	426,782
" 2.	2,844	1,732	171,084	99 12	2,842	405,419
Amiante moulu No. 1......	16,026	12,830	701,681	54 69	69,933	718,765
Amiante moulu No. 2......	56,321	42,612	997,987	23 42	24,541	591,752
Amiante moulu No. 3	19,006	16,816	142,447	8 47	3,389	29,988
Total.....	96,168	75,678	2,458,929	32 49	39,310	2,172,706
Asbestique		24,707	17,629	0 71		

En l'absence d'une classification uniforme de l'amiante des différentes qualités, les subdivisions ci-dessus ont été adoptées d'après leur valeur. Brut No. 1, comprenant le matériau d'une valeur de $200.00 ou plus, et Brut No. 2, au-dessous de $200.00. L'amiante moulu No. 1 est celui qui a une valeur de $45.00 à $100.; le No. 2, de $20. à $40.; le No. 3, au-dessous de $20.

Voici en détail les envois d'amiante en 1909:—

Brut No. 1, 912 tonnes, valeur: $246,655., ou $270,37 par tonne,

Brut No. 2, 2,162 tonnes, valeur: $328,855., ou $152.11 par tonne,

Amiante moulu No. 1, 14,776 tonnes, valeur: 785,731., ou $53.18 la tonne;

Amiante moulu No. 2, 32,417 tonnes, valeur: $800,728. ou $24.70 la tonne;

Amiante moulu No. 3, 13,082 tonnes, valeur: $122,618., ou $9.37 la tonne;

Total, 63,349 tonnes, valeur: $2,284,587., moyenne: $36.06 la tonne;

Asbestiques (résidu d'amiante), 23,951 tonnes, valeur: $17,188.

Les exportations d'amiante pour les douze mois finissant en décembre 1910 se montrent d'après les rapports du Département des Douanes à 71,485 tonnes, d'une valeur de $2,108,632., comprenant: 57,939 tonnes, valeur: $1,505,477. exportées aux Etats-Unis; 6,700 tonnes d'une valeur de $280,452., en Grande-Bretagne; 440 tonnes d'une valeur de $15,952. en Allemagne; 2,187 tonnes d'une valeur de $94,619. en France, et 1,242 tonnes valant $43,948., dans d'autres pays.

Les rapports évaluent à $230,489. les importations pendant la même période pour les manufactures d'amiante.

HISTOIRE.

L'amiante fut connue dans les Cantons de l'Est dès 1847, et il fut mentionné par Sir William Logan dans un rapport sur l'Arpentage Géologique, mais ce n'est que 30 ans plus tard qu'il devint d'une importance commerciale. Les dépots de Thetford et de Coleraine furent découvert vers 1877; facilitée par la construction du chemin de fer Québec Central, alors commencée, l'exploitation de ces mines fut entreprise presque immédiatement, pour se continuer jusqu'à présent. Les mines de Danville, le deuxième centre en importance pour la production de l'amiante, furent ouvertes en 1879, et les dépots de Broughton Est furent découverts peu de temps après.

Pendant les premières quinze années, le seul produit important retiré des mines fut l'amiante brut, ou celui qui était en fibres assez longues pour être broyé et trié à la main. Ce produit, bien qu'ayant la plus grande valeur dans toute la production, est en quantité relativement petite, comme on peut le voir par le tableau de production donné plus haut.

Après beaucoup d'expériences, l'un des pionniers de l'exploitation de ces mines, gérant d'une mine, trouva enfin une

méthode de concentration mécanique, qui avec quelques modifications a été employée depuis avec succès. Le résultat favorable de cette invention sur l'industrie de l'amiante est démontré par l'augmentation de la production depuis 1893 et 1894.

On doit une grande reconnaissance à ceux qui ont développé ce procédé qui a permis à l'industrie de prendre sa grande importance actuelle et de promettre beaucoup pour l'avenir.

Les dépots sont si considérables que les principales mines semblent avoir des réserves presque inépuisables, et c'est pourquoi les usines installées sont du caractère le plus durable possible. Autour des principales mines des villes bien bâties se sont développées, et toute l'industrie montre une stabilité qu'on ne voit pas ordinairement dans les opérations de mines.

RELATIONS DES DÉPOTS AVEC LA ROCHE ENCAISSANTE.

Si tout l'amiante se trouve dans la serpentine, ses relations avec les roches avoisinantes sont de deux types différents. Ceux-ci peuvent être désignés comme dépots du type Thetford, et dépots du type Broughton. Le premier consiste principalement en fibres transversés qu'on trouve en veines; le dernier est généralement en fibres longitudinales (fibres de bande, *slip*) et n'est jamais en veines. Il est donc raisonnable de considérer le caractère et de discuter l'origine de ces deux classes de dépôts séparément.

DÉPOTS DU TYPE THETFORD.

Mode de gisement.—La roche encaissante des dépôts du type Thetford est une péridotite, parfois si riche en olivine qu'elle devient dunite, et qui contient des bandes étroites de serpentine le long des joints et des autres crevasses. L'amiante forme des veines-entailles dans ces bandes ou zones de serpentine, la veine d'amiante étant parallèle à la bande de serpentine dans laquelle elle se trouve.

Les veines se développent ordinairement le long des plans de diaclase de la roche, et dans des fentes ou fissures causées

PLANCHE VI.



Péridotite contenant des bandes de serpentine dont chacune porte une veine d'amiante.

par une déformation par pression ou autrement. Les veines les plus larges sont souvent disposées en intersections qui sont à peu près rectangulaires; une série parallèle de veines de moindre importance peut se développer d'après la direction de la pression qui a pu être exercée sur la roche; puis des veines plus petites remplissent les crevasses formées dans le processus de

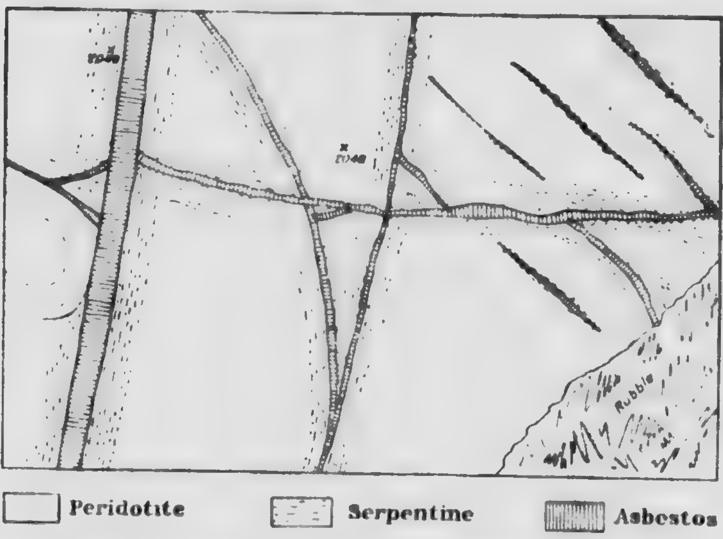


Diagramme montrant les relations de l'amiante, la serpentine et la péridotite à Black Lake.
Fig. 7

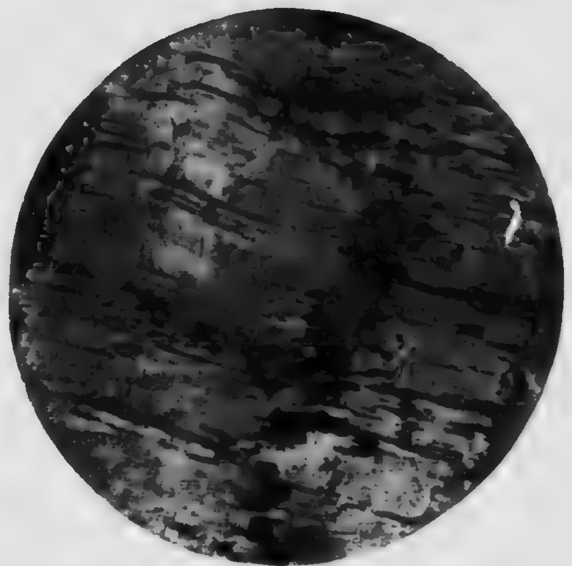
désintégration de la roche, alors que des éclats ou écailles sont détachées des blocs rectangulaires pour les réduire en masses arrondies ou sphéroidales. On peut voir ces particularités dans la figure 2. Les deux veines verticales et les deux horizontales sont évidemment les premiers plans de diaclase de la roche. Les lignes obliques parallèles sont des veines en voie de formation dans les fissures de pression dues au métamorphisme dynamique de la région; et pour arrondir les blocs formés par les veines principales, il y a de petites fractures en forme de croissants dans lesquelles la fibre d'amiante commence à apparaître. Ces dernières sont les veines de la troisième classe

mentionnée ci-dessus. Une autre particularité que ces veines doivent montrer, c'est que les veines d'amiante sont invariablement accompagnées par une bande de serpentine pure de chaque côté. Ainsi, dans le diagramme de la Planche IV, l'échantillon 2,048, qui représente la roche moyenne de cette localité, est une péridotite composée de 80% à 90% d'olivine. Le reste de la roche est du pyroxène orthorhombique, et quelque grains de feldspath. (Planche IV).

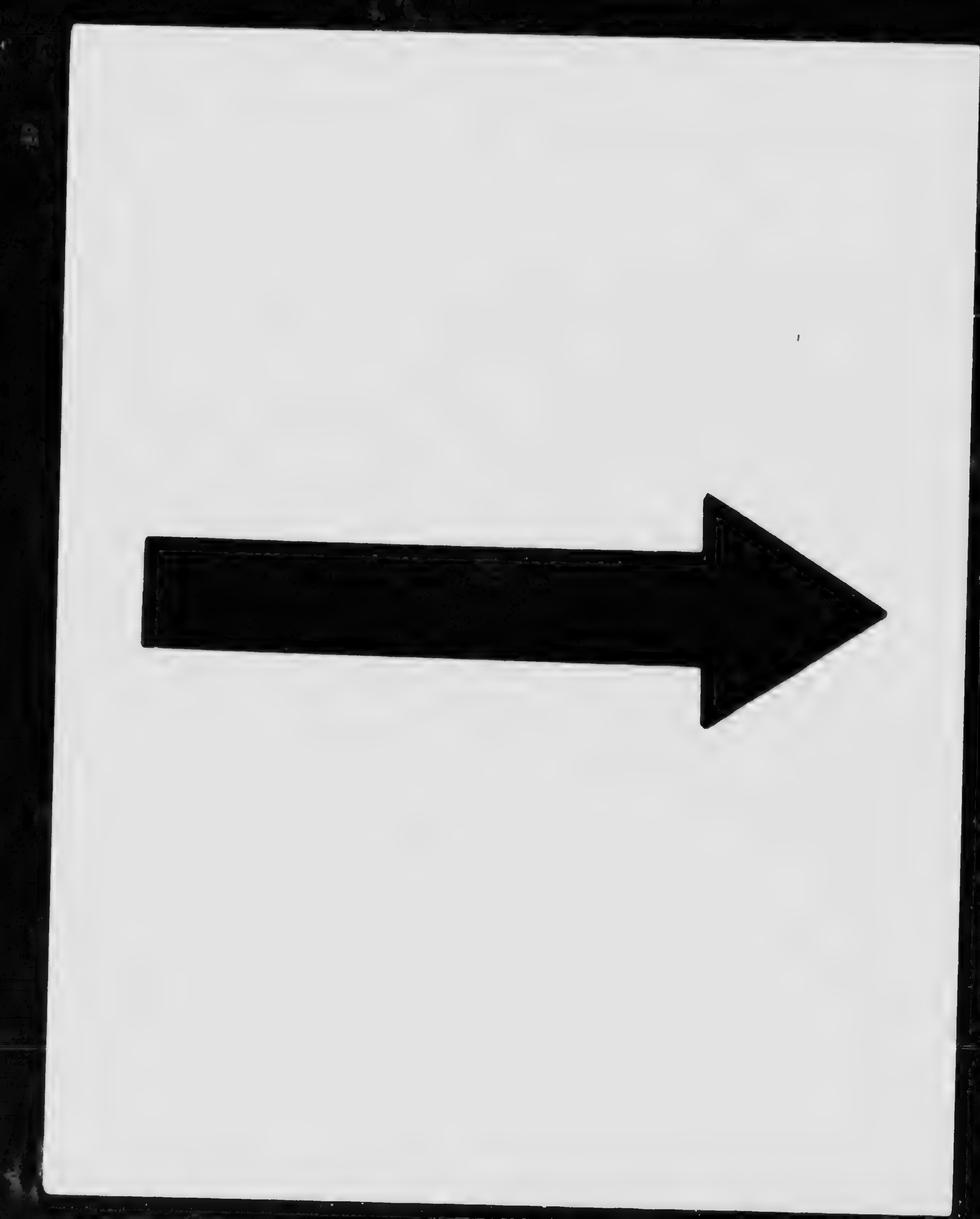
L'échantillon 2,049 est une serpentine qui provient de l'altération de la roche adjacente (Planche V). La bande de serpentine est proportionnée en largeur à la veine d'amiante. Sur quarante-neuf mesurements faits sur des veines choisies au hazard dans les principales carrières, la largeur de la veine d'amiante fut d'un peu plus que le sixième de celle de la serpentine. Le rapport exact de la veine d'amiante à la bande entière de serpentine et d'amiante est de 1:6·6; et 17 des 49 mesurements étaient pratiquement adéquats à ce rapport. Ces mesurements furent faits sur des veines variant en largeur de ½ à 2 pouces. D'où il résulte que la proportion dans ces roches entre l'amiante et la serpentine semble être assez constante. D'après ces mesures, la serpentine donnerait un rendement en amiante d'environ 15%. Ce résultat est supérieur à la production actuelle de la roche envoyée au moulin; mais cette dernière contient ordinairement, outre la serpentine, beaucoup de péridotite.

M. M. F. Connor de la Division des Mines Ministère des Mines, a fait des analyses chimiques d'échantillons de péridotite No. 2048, de serpentine No. 2049, et d'amiante de la large veine montrée dans le diagramme près du No. 2049. On trouvera les résultats de ces analyses plus loin. Le sesquioxyde de fer (Fe_2O_3) trouvé dans l'amiante par l'analyse E est probablement dû à la présence d'impureté dans l'échantillon, comme des grains de magnétite, qu'on rencontre fréquemment parmi les fibres d'amiante.

PLANCHE VII



Microphotographie de veines d'amiante. Lumière polarisée × 20. On voit la serpentine à gauche et à droite. La séparation centrale et d'autres interstices sont remplis de minerai de fer.



ANALYSES CHIMIQUES DES ÉCHANTILLONS.

(Voir les Planches IV et V.)

	2048. Péridotite.	2049. Serpentine.	E. Amiante dans 2049.
SiO_2	38·16	40·08	39·62
FiO_2	néant	néant	——
Al_2O_3	0·63	2·11	0·81
Fe_2O_3	3·32	1·13	4·52
FeO	4·76	1·70	1·90
MgO	41·84	37·90	39·73
CaO	0·68	0·20	trace.
K_2O	0·20	0·10	non déterminé.
Na_2O	"	"	"
$H_2O-110°$	0·47	1·35	0·43
$H_2O+110°$	9·63	13·89	13·32
	99·69	98·46	100·33

*Probablement bas.

Dans une discussion sur la composition chimique de l'amiante, le Dr. J. T. Donald a émis l'opinion que la flexibilité de la fibre dépend du montant d'eau combinée qu'elle contient. Voici comment il s'exprime:—

" Quand on analyse des fibres rudes, on trouve qu'elles contiennent moins d'eau que les fibres douces. Dans des fibres de très belle qualité venant de Lac Noir, on trouva à l'analyse 14·38% d'eau, tandis qu'un échantillon de fibre rude donna seulement 11·70% d'eau. Il est bien connu que si on chauffe une fibre douce à une température qui lui enlève une partie de son eau de combinaison, il en résulte une substance si friable qu'on peut l'écraser entre le pouce et l'index. Il y a évidemment un rapport entre la consistance de la fibre et la quantité de son eau de combinaison."

[1]Journal, General Mining Association, Québec, 1891, p. 28.

Résumé des modes de gisement.—Les principaux faits qui concernent l'origine de l'amiante du type Thetford peuvent être résumés brièvement. Dans les parties des larges masses rocheuses, soit bancs ou blocs, où se réunit naturellement le matériau le plus pesant et celui qui cristallise le premier, la roche est une péridotite riche en olivine, ou une dunite. Les petites bandes ou zones de serpentine se rencontrent le long des fissures ou d'autres crevasses dans la dunite et contiennent des veines d'amiante dont la direction est parallèle à celle des fissures ou autres crevasses. Les veines d'amiante occupent la partie centrale des bandes de serpentine, et leur largeur est à peu près proportionnelle à celle de ces bandes. Dans les veines d'amiante, les fibres sont transverses, et la veine est ordinairement divisée en deux parties au moins par un filon de minerai de fer, généralement de magnétite.

Les plaques microscopiques montrent que les rebords extérieurs des veines d'amiante sont quelque peu irréguliers, les fibres d'amiante pénétrant à diverses distances dans la serpentine au-delà du rebord moyen de la veine. La limite entre la serpentine et la péridotite est presque ou tout-à-fait aussi nettement définie que celle qui se trouve entre l'amiante et la serpentine (Planche VII).

On rencontre fréquemment le granite dans le voisinage des bons dépots d'amiante; d'où l'on conclut que l'amiante est produite en grande partie du moins par l'action des eaux du magma qui accompagnent l'intrusion de granite.

Théorie.—Toutes les opinions sur l'origine de l'amiante peuvent être ramenées à deux classes:—

(*a*). Dans l'une, les veines sont regardées comme étant à l'origine des fissures ouvertes qui ont été remplies par du matériau venant du dehors. Les veines auraient été remplies des murailles vers le milieu de la veine, et seraient des veines endogènes.

(*b*). L'autre considère les veines d'amiante comme des parties cristallisées de la serpentine, les fibres ayant augmenté vers l'extérieur comme des cristaux à partir du centre de la fracture ou crevasse. Ces veines seraient exogènes.

Revue d'opinions antérieures.—Le mode de gisement de l'amiante et l'origine des veines ont été discutés par les différents écrivains qui ont traité ce sujet. Dans le bulletin du Service géologique des Etats-Unis, 1904, J. Hyde Pratt dit: " On peut rationnellement démontrer dans presque tous les cas que la serpentine dans laquelle on trouve l'amiante-chrysotile est d'origine ignée. La roche originaire en se refroidissant se serait solidifié d'abord le long de son contact avec les masses de roches environnantes dans lesquelles elle s'est introduite et qu'elle a brisées durant l'intrusion du magma fondu. Les parties extérieures de la roche fondue se seraient refroidies beaucoup plus rapidement que les parties intérieures, et auraient eu une tendance à se fissurer et se séparer. Dans la transformation de ces roches primaires en serpentine, sous l'action des solutions aqueuses, vapeurs, etc., il se serait produit, jusqu'à un certain point du moins, probablement un élargissement de ces *fissures* mais à la fin celles-ci se seraient remplies de serpentine par dépot venant des solutions aqueuses de leurs murailles; et la structure fibreuse produite dans la serpentine qui remplit ces veines représenterait le plus haut point de vraie cristallisation que la serpentine minérale puisse atteindre, excepté quand on la trouve sous forme de faux cristaux par remplacement d'un autre minéral dont elle a pris la forme. Il est probable que cet amiante chrysotile se serait parfois formé avant la transformation complète de la roche primaire en serpentine. Cette probabilité est confirmée par le fait que dans le sud des Etats-Unis, aux endroits où la roche a été partiellement transformée en serpentine, on trouve quelquefois des veines d'amiante-chrysotile, tandis que dans d'autres cas des veines d'amiante sont presque entièrement renfermées dans une péridotite qui n'est que très peu transformée en serpentine. Mais même dans ce cas, il peut se faire que dans la première transformation de la roche basique magnésienne, les veines et les crevasses aient été remplies de serpentine dérivée de la masse principale de la roche magnésienne, et que plus tard, durant le processus de transformation complète de la roche en serpentine, ces veines soient devenues asbestiformes par l'action des solutions aqueuses."

Le Dr. G. P. Merrill[1] croit que les crevasses qui sont actuellement occupées par les veines d'amiante sont dues à la déshydratation partielle de la serpentine, et les compare aux fentes dans les nodules heptagonaux du minerai de fer argileux.

M. F. Cirkel[2] s'accorde avec le Dr. Merritt en partie, mais croit que les forces qui ont produit les intrusions des veines de granite ont beaucoup aidé à la formation des fissures.

Dr. R. W. Ells[3] dit: "De quelque manière que les fissures se soient produites, et il est très probable qu'elles ont été formées par le grand processus de métamorphisme auquel les roches ont été exposées dans leur changement d'une diorite en une serpentine, il parait plus naturel de croire que la veine d'amiante a été produite par un procédé de ségrégation de la matière serpentineuse des côtés de la fissure, en grande partie de la manière connue dont le quartz ordinaire a été formé dans plusieurs veines minérales; la matière séparée ou infiltrée a rempli graduellement la fissure originelle et s'est réunie au centre ou près du centre; ce qui est prouvé par la présence de particules de fer disposées en forme de peigne qu'on trouve très fréquemment au centre de la veine, et très souvent aussi ces grains de fer sont en quantité suffisante pour former une séparation régulière de minerai de fer au milieu des fibres."

Dr. A. P. Low, dans un rapport récent[4], s'exprime ainsi sur l'origine des dépots d'amiante de Thetford et de Lac Noir: "Comme on le sait l'amiante de ces endroits est une variété fibreuse qu'on appelle chrysotile et qui remplit de petites fissures dans les roches. Ces fissures ont probablement été formées par le retrait de la masse, et en partie, peut-être, par écrasement causé par la même pression qui a allongé et aplati les zones de serpentine et rendu en même temps les roches associées schisteuses. L'amiante me parait avoir été déposée dans les roches sous une grande pression donnée par les eaux surchauffée qui, pénétrant dans la roche, ont absorbé la serpentine jusqu'à

[1]Bulletin, Geological Society of America, 1904.

[2]Amiante: gisements, exploitation, et usages; Division des Mines, Min. des Mines, Ottawa.

[3]Bulletin de la Commission géologique, Canada, 1903.

[4]La région minière du Chibougamou, Commission géologique, Canada, 1906.

ce que la solution fût saturée. En refroidissant le minéral a été déposé dans les fentes. L'état de division extrême du minéral, et la direction des fibres en travers de la veine, montre qu'il a été déposé sous pression. Quand les veines sont de moins d'un pouce de largeur, la cristallisation a commencé sur un côté et s'est étendu jusqu'à l'autre; dans les veines plus larges, le minéral parait avoir commencé sa formation sur les deux côtés de la fente, et il s'est formé une solution de continuité près du centre des fibres de la veine, où l'on trouve souvent des grains de fer ou d'autres impuretés entre les deux rangées de fibres. Des masses et des veines (dykes) de granite ont pénétré dans la serpentine et ont probablement contribué à produire la pression et l'échauffement des eaux, nécessaires à la formation de l'amiante."

Dr. A. E. Barlow[1] est d'opinion que les veines d'amiante ont été formées *in situ*, croissant à partir d'une crevasse centrale, et croit que la serpentinisation est due à l'action des eaux surchauffées du magma qui accompagnent les intrusions, surtout l'intrusion du granite, et qu'elles augmentent en proportion directe de la quantité d'eau magmatique présente.

Dr. C. H. Richardson[2] attribue la formation des veines d'amiante à la cristallisation de la serpentine dérivée de la péridotite par l'action combinée des eaux magmatiques et météoriques. Il admet la méthode d'augmentation vers l'extérieur des fibres des crevasses dans les veines.

M. W. J. Woolsey[3] démontra l'augmentation exogène ou vers l'extérieur des veines d'amiante. Cette opinion avait été exprimée indépendamment par M. Woolsey quelques temps auparavant, mais son travail n'a été publié qu'en 1910.

---

[1]'Some notes on the Occurrence of Asbestos.'—Journal Canadian Mining Institute, Montreal, 1910.

'Economic Resources of the Chibougamau Mining District.'—Journal Canadian Mining Institute, Montreal, 1911.

[2]Report, Geological Survey of Vermont, 1909-10; also Journal Canadian Mining Institute, 1911.

[3]'Notes on Recent Developments in Asbestos Mining,' Journal Canadian Mining Institute, 1910.

M. J. S. Diller[1], en décrivant les dépots d'amiante des montagnes Caspar, Wyoming, montre que quelques veines en coupent d'autres et conclut que toutes ont été formées en même temps. Il attire l'attention sur la proximité du granite avec les dépots d'amiante de la région. A propos de l'amiante du Grand canon (gorge), Arizona, M. Diller conclut que "Les veines d'amiante n'ont pas été déposées dans des fissures ouvertes, mais ont été formées par remplacement de la serpentine dans le plan de la moindre force un peu plus tard que le développement de la serpentine elle-même."

"Ici aussi, ajoute-t-il, nous avons une preuve évidente du développement de l'amiante par intrusion ignée. Nous pouvons donc d'autant plus facilement accorder aux veines de granite au Canada et ailleurs une influence réelle sur la formation de l'amiante près de leur contact."

Conclusions.

L'opinion de l'auteur a déjà été exprimée que les veines d'amiante sont des parties des bandes de serpentine qui ont formé leurs cristaux *in situ*, et que l'extension de ces cristaux ou fibres s'est faite des fractures de la roche vers l'extérieur, fractures qui sont indiquées par les séparations ou pellicules de minerai de fer dans les veines; que ces fractures ont servi de canaux pour l'apport de l'eau, principal agent de la transformation de la dunite en serpentine; aussi que la séparation de la dunite ou péridotite riche en olivine des autres roches est due à un ajustement gravitationnel, c'est-à-dire une disposition par ordre de densité.

La position, la largeur et le nombre des veines d'amiante dans les terrains riches nous font croire qu'il est impossible que les espaces qu'elles occupent maintenant aient été auparavant des fissures ouvertes, et surtout que la plupart d'entre eux aient été vides dans le même temps.

Il est impossible mécaniquement qu'il y ait des fissures ouvertes jusqu'à deux pouces de largeur, allant dans toutes

[1]'Types and Modes of Occurrence of Asbestos in the United States,' Journal Canadian Mining Institute, 1910.

les directions de la verticale à l'horizontale, s'étendant sur des longueurs de 100 pieds ou plus, et formant parfois jusqu'à 10% de la roche entière. Il reste l'hypothèse possible que les crevasses aient été élargies et remplies par remplacement.

Mais l'amiante des veines a pratiquement une composition chimique identique à celle de la serpentine des murs, ce qui est une forte preuve contre la théorie qui suppose le remplissage des veines par matériau apporté d'en-dessus ou d'en-dessous. Pour la séparation de l'amiante des murs, il aurait fallu une différence de composition chimique qui n'existe pas. En d'autres termes, le matériau enlevé aurait été remplacé par un matériau ayant exactement la même composition, ce qui est improbable ou peut-être impossible.

Il faut donc conclure que les veines sont des parties cristallisées des épontes de serpentine, et que les cristaux (fibres) se sont formés des crevasses originaires vers l'extérieur, les crevasses étant maintenant représentées par les séparations de minerai de fer qu'on trouve près du centre des veines. Dans les cas où il n'y a pas de séparation, la formation des cristaux s'est faite d'un côté de la fracture seulement. Dans la plupart des cas, cependant, il y a eu cristallisation des deux côtés de la fracture, et il y a une séparation dans la veine.

On croit que les fractures sont de trois différents modes d'origine:—

(*a*) Les plans de diaclase, dues à la contraction de la péridotite p[illegible]phase de refroidissement

(*b*) [illegible]es de compression, causées par une compression [illegible]

(*c*) Les fractures causées par exfoliation, ou la séparation d'écailles concentriques des blocs angulaires, ces écailles ayant été fracturées dans l'une ou l'autre des classes précédentes de fractures. L'augmentation du volume de la roche dans sa transformation de la péridotite en serpentine contribue probablement à la formation des fractures de cette dernière classe.

[1]Journal de l'Institut Minier Canadien, Montréal, 1909. Géologie économique, New-Haven, Conn., Vol. IV, No. 5, 1909.

Rapport sommaire sur la zône de Serpentine du Sud de Québec, Commission géologique, Ottawa, Canada, 1909.

Journal de l'Institut Minier Canadien, Montréal, 1910.

Les changements essentiels qui s'opèrent dans la composition pendant que la roche est transformés de la péridotite en serpentine sont une addition d'eau et une diminution du fer. Le principal agent nécessaire pour amener ces changements est l'eau, et cette eau provient de deux sources, savoir: les eaux magmatiques qui accompagnent les intrusions de péridotite et de granite, et les eaux de surface ou des terres d'une origine météorique (eau météorique ou eau de pluie).

Les eaux météoriques ont accès à chacune des trois classes de fractures mentionnées plus haut. Les eaux magmatiques auraient probablement eu accès aux plans de diaclase qui forment la première classe de fractures, mais non pas aux autres formées plus tard alors que le magma de péridotite était déjà complètement refroidi. Si les intrusions de granite se sont produites aussi tard que les changements régionaux qui ont causé les fractures de compression, les eaux magnatiques du granite ont eu accès aux fissures et aux fractures de compression. C'est probablement ce qui est arrivé, car on trouve rarement le granite fracturé. Il ne parait pas probable que d'autres eaux que les eaux de pluie aient pu pénétrer dans les fractures de troisième classe.

On trouve la plus grande partie de l'amiante dans les fissures et les fractures de compression, mais il s'en rencontre aussi dans les fractures d'exfoliation. Il faut donc conclure que la serpentine et l'amiante ont été formées de la péridotite par l'action des eaux magmatiques et des eaux météoriques; mais la plus grande partie est probablement due aux eaux magmatiques, spécialement celles du magma de granite.

Dans leur distribution les dépôts d'amiante du type Thetford suivent les amas de péridotite qui sont riches en olivine. Ceux-ci se rencontrent près de la base des bancs ou au centre des blocs. L'érosion a usé les blocs plus profondément sur leur côté nord que sur leur côté sud, et a mis à découvert des dépôts d'amiante en plus grand nombre sur le côté nord des collines que les blocs forment ordinairement. La présence de granite est un important facteur dans la localization des dépôts d'amiante du type Thetford.

Deux conclusions pratiques ressortent de ces conclusions théoriques:—

(1) La structure et le mode d'origine des dépôts indiquent qu'ils peuvent s'étendre jusqu'à une profondeur qui depasse même les limites d'une exploitation rémunératrice. Mais d'un autre côté l'examen en détail des roches ignées qui s'y trouvent incluses peut déterminer l'étendue d'un dépôt limité.

(2) La position que la roche asbestifère occupe dans la série, surtout dans les épanchements, son érosion et son déplacement faciles tendent à la placer plus profondément que la plupart des roches auxquelles elle est associée. C'est pourquoi on trouve fréquemment de bons terrains à un niveau comparativement bas, le plus souvent couverts par de la terre plutôt que par du roc dur et nu. En conséquence, on devrait examiner avec soin les surfaces de diluvium dans le voisinage des mines. La valeur de ces parties, comme dans le voisinage des mines de Danville, et entre Thetford Mines et la route Poudrier, où il n'y a pas de granite, dépend probablement des facilités de prospection et de l'exploitation à travers le diluvium.

DÉPOTS DU TYPE BROUGHTON.

Mode de Gisement.—Les dépôts d'amiante de ce type consistent presque entièrement en fibres longitudinales, et sont situés en totalité dans la roche serpentine. La roche est finement fracturée, et comme elle est presque entièrement altérée en serpentine, il reste peu de traces de la roche originaire. Dans quelques sections, cependant, on peut distinguer au microscope des restes de pyroxène et des traces de clivage rectangulaire.

L'amiante est ordinairement en couches minces de fibres qui se recouvrent les unes les autres, et qui sont parallèles aux épontes ou le long des faces des fractures. Parfois le roc tout entier parait fibreux, et le seule différence entre l'amiante séparée par les ateliers de concentration et les rebuts est la longueur des fibres. On trouve quelquefois des veines d'ami- ante d'une alargueur moyenne et d'excellente qualité.

On rencontre le talc en veines et la stéatite en masses dans la serpentine de ce type. Il y a un bon exemple de cette disposition à la mine Fraser, où on a extrait autrefois une bonne quantité de talc.

Les dépôts du type Broughton sont tous situés dans des nappes relativement minces, ordinairement de 100 pieds à 600 pieds d'épaisseur. Les parties inférieures de ces nappes consistent en une serpentine, dans laquelle on trouve par places des preuves qu'elle dérive du pyroxène, et qui donne un si faible rendement en amiante qu'elle n'est pas habituellement exploitée. Au-dessus de la partie amiantifère de la serpentine, il y a dans plusieurs cas une bande de schistes dioritiques qui sont d'origine ignée et forment partie de la nappe. Dans quelques endroits où il n'y a pas de diorite dans la nappe qui contient l'amiante, les schistes dioritiques forment des nappes séparés de 100 à plusieurs centaines de pieds au-dessus de ceux qui sont amiantifères.

Quant à sa composition chimique, l'amiante du type Broughton est identique sous tous rapports essentiels à celle du type Thetford, comme on peut le voir par l'analyse suivante:—

Analyses chimiques.

	Broughton, rang VII, lot 14. Analyse par J. T. Donald.*	Black Lake Analyse par M. F. Connor.
SiO_2	40·87	39·62
Al_2O_3	0·90	0·81
Fe_2O_3	....	4·52
FeO	2·81	1·90
MgO	41·50	39·73
H_2O	13·55	13·75
	99·63	100·33

*Journal, General Mining Association of Quebec, 1891, p. 27.

A Broughton on ne trouve pas de granite, qui se rencontre si souvent dans les dépôts de Thetford.

Résumé des dépôts.—L'amiante du type Broughton est d'une composition chimique semblable à celle du type Thetford,

et comme cette dernière, on ne la trouve que dans la serpentine. Cependant, elle est formée de fibres longitudinales, et parfois elle constitue une grande proportion de la roche. La serpentine est en feuillets seulement, et au microscope on voit qu'elle est dérivée du pyroxène. Les parties amiantifères ne sont pas à la base des feuillets qui les contiennent, mais dans le haut, où elles sont associées au talc et à la stéatite. Il n'y a pas de granite avec les dépots d'amiante.

Théorie.—En cherchant dans les auteurs qui ont parlé de l'amiante, nous n'avons rien trouvé relativement aux causes des particularités spéciales de l'amiante du type Broughton. Les principales particularités sont: la présence de la serpentine dans l'amiante au bas des feuillets; la serpentine amiantifère dans les parties supérieures des nappes; la stéatite et le talc avec les parties qui contiennent l'asbeste, ou plus fréquemment au-dessus d'elles; et quelquefois la présence de diorite schisteuse, probablement de diabase, au sommet de l'épanchement.

L'ordre de disposition des roches indique que la séparation s'est faite d'après la densité comme dans les feuillets de la phase Thetford. Cependant la serpentinisation complète ou presque complète de la plus grande partie de la nappe nuit à la détermination de la nature originelle de la roche.

Comme on le sait, la serpentine peut provenir de l'altération de l'olivine, du pyroxène, ou de la hornblende. Il est prouvé aussi que le pyroxène peut se transformer soit en serpentine, soit en talc et stéatite. Au microscope, on trouve qu'une partie considérable de la serpentine de Broughton est dérivée du pyroxène tandis qu'on ne peut déterminer avec certitude l'origine de l'autre partie. Excepté dans une mine, la mine Robertson il n'a pas été trouvé de traces d'olivine.

Si la serpentine est largement ou complètement dérivée du pyroxène, la roche originaire à Broughton était une pyroxénite, au lieu de la péridotite comme à Thetford. La position de l'amiante près du sommet des nappes, ainsi que son association avec le talc et la stéatite, confirment cette opinion.

Comme on rencontre l'amiante dans toutes les parties qui ont été étirées et brisées, et qu'on ne la trouve pas en dehors de ces zones, il semble probable qu'il y a quelque rapport fortuit

entre le nombre excessif des fractures et la formation de l'amiante. Il peut se faire que l'action mécanique du brisement ait développé une structure fibreuse dans la serpentine, ou que la zone brisée ait fourni des canaux pour la circulation de l'eau, ou que ces deux causes aient contribué à la formation de l'amiante. Le fait que les fibres d'amiante ont une direction parallèle à celle de la plus proche fracture semble indiquer que l'amiante a été formée après ou en même temps que le développement de la zone brisée. Comme, en dehors de la zone brisée, les parties de la serpentine qui ne contiennent pas d'amiante sont aussi complètement serpentinisées que celles qui en contiennent, ou la zone brisée, il semble qu'il n'y ait pas moyen de trouver si la serpentinisation s'est faite avant ou après que la zone brisée s'est formée.

Dans chaque affleurement, les zones cisaillées et fracturées ont un développement plus complet vers le haut de la serpentine. Mais comme les affleurements ne sont pas toujours en alignement avec le clivage des lits de sédiments, ils ne constituent pas à proprement parler des parties d'une seule grande zone, et il semble que le cisaillement est dû à une cause locale existant dans la roche avant la formation de la zone cisaillée. Dans l'analyse de ces conditions complexes, on est tenté de croire que les épanchements se sont d'abord solidifiés à l'état de pyroxénite, ou de péridotite riche en pyroxène; que la pyroxénite fut altérée en serpentine, ou parfois en stéatite; que les parties supérieures peuvent avoir pris un développement en amiante sous la forme de fibres en masses, ou amiante irrégulièrement distribué à travers la roche, et ce développement serait probablement dû à l'action des eaux magmatiques près du sommet des épanchements; et, que la structure fibreuse a diminué la force de résistance de la roche, et que la zone de brisement s'est ainsi trouvée localisée. Le cisaillement aurait ainsi fait prendre à la masse de fibres sa position parallèle par rapport aux plans de fracture, et constitué les fibres longitudinales.

Dans tous les cas, la partie amiantifère semble être une partie importante des épanchements, et la zone cisaillées s'étend sans doute à de grandes profondeurs. En conséquence on peut s'attendre aussi à ce que les dépots d'amiante se continuent à une bonne profondeur.

EXTRACTION ET PRÉPARATION MÉCANIQUE.

Extraction.—Toutes les mines sont exploitées à ciel ouvert. La roche du fond de la carrière est ordinairement coupée en une série de bancs, généralement de 8 à 15 pieds d'épaisseur, qui permettent de travailler la roche sur plusieurs faces à la fois. A la mine Bell de Thetford, on a fait pendant l'hiver beaucoup de travail souterrain dans des galeries avec un succès apparent. Généralement le travail ne se fait que pendant le jour. A la mine King de Thetford, on travaille de nuit avec des lumières à réverbères. A la mine Danville on a percé quelques galeries. Plusieurs des carrières ont atteint une profondeur d'environ 200 pieds, et ont une étendue horizontale 2 ou 3 fois plus grande.

Manipulation et préparation.—Dans quelques mines on sépare la partie amiantifère de la roche pure dans la carrière, ainsi qu'une partie des fibres longues de la partie qui doit aller aux moulins, et chaque catégorie est chargée dans des boites séparées et remontée à la surface. Dans quelques carrières, on y fait aussi une certaine quantité de broyage des fibres à la main. Cependant dans la plupart des cas, la séparation à la main est faite à la surface. Là les différents produits sont vidés dans des wagonnets ordinairement trainés par de petites locomotives; le roc pur est envoyé au rebut, la roche qui contient des fibres longues aux hangars de broiement où les fibres sont séparées à la main et mises en sacs. Le reste de 35 à 70% de toute la roche extraite va aux bennes à minérai et dans quelques cas directement aux ateliers de concentration mécanique.

Cette méthode de concentration est un procédé ingénieux trouvé par l'un des plus anciens gérants de mine du district. Il consiste essentiellement en des broyages et tamisages successifs et l'amiante est enlevée par aspiration mécanique. Le broiement est fait par des concasseurs ordinaires à mâchoires ou rotatifs, puis souvent un broyage plus fin est effectué au moyen de cylindres. Après le premier broyage tout ou presque tout le matériau est séché dans des séchoirs rotatifs avec application directe de la chaleur.

La roche est ensuite finement pulvérisée par une machine spéciale connue sous le nom de cyclone. Ce cyclone consiste

en deux éventails en acier qui tournent dans un tambour fermé à une vitesse de 2,000 tours ou plus à la minute. Les petits fragments de roc sont lancés les uns contre les autres avec une telle force qu'ils sont réduits en poudre, et que les plus petites particules d'amiante sont libérées et enlevées aussi par aspiration.[1]

Les fibres extraites aux diverses phases de séparation sont ramenées dans des chambres de dépôt d'où elles passent dans une machine rotative à classifier qui sépare le produit en diverses qualités suivant la longueur des fibres.

Les éventails d'aspiration pour enlever la poussière du cyclone, du classificateur, et quelquefois du moulin sont des accessoires importants de l'atelier. On emploie ordinairement des aimants placés au-dessus des tamis à secousses pour enlever les particelles de fer et de minérai de fer, etc.

Les divers moulins diffèrent les uns des autres dans des questions de détail, et quelques-uns ont des procédés qu'ils considèrent plus ou moins secrets, mais l'exploitation générale est pratiquement uniforme. La fibre travaillée au moulin est classée en trois qualités ou plus et la fibre longue en deux qualités. La question d'adopter une classification type est à l'étude.

USAGES.

Une petite proportion de l'amiante produite, celle des meilleures qualités, est employée pour faire de la toile d'amiante et autres tissus incombustibles; tandis que la plus grande partie est employée pour des couvertures et comme isolants. Les emplois les plus usuels sont: planchettes, bardeaux et tissues pour toiture dans les constructions à l'épreuve du feu, matériaux d'isolement pour conducteurs électriques et pour la protection contre les acides, revêtements de générateurs et de tuyaux.

La manufacture des produits d'amiante a jusqu'ici été faite en Europe et dans les Etats-Unis seulement. Cependant, tout dernièrement on a établi une usine pour la manufacture

[1]An interesting discussion of the "Breaking of Asbestos-bearing Rocks," by Edward Torrey, has lately appeared in the Bulletin of the Canadian Mining Institute, Montreal, 1911.

PLANCHE VIII.



Amalgamated Asbestos Corporation Limited. Carrière King, vue du sud; profondeur: environ 200 pieds.



Partie de la mine d'amiante Ling, Broughton Est, Qué. La roche est friable et peu compacte et peut être extraite avec très peu de sautage.

Atelier de concentration et tramway électrique, mine d'amiant : Frontenac, Broughton Est, Qué.

des bardeaux, planchettes, et matériaux de couverture en amiante à Lachine, Québec, sous le nom de Compagnie Manufacturière de Produits d'Amiante, et cette compagnie est alliée à l'importante compagnie manufacturière Keasbey et Mattison de South Ambler, Pensylvanie. On vient d'y ajouter une usine pour la manufacture des tissus, et l'on peut maintenant manufacturer toutes les formes de produits.

ÉTAT ET DÉVELOPPEMENTS POSSIBLES DE L'INDUSTRIE.

L'assurance degran des réserves dans toutes les principales mines a porté la plupart des propriétaires à faire une bonne installation de matériel. Celui-ci est généralement le meilleur connu, et les édifices sont convenables et assez grands.

Tant que l'exploitation sera faite à ciel ouvert ou carrière ouverte, le coût de production ne variera probablement que suivant la nature du terrain, l'administration, le prix de la main d'oeuvre et l'état du matériel. Mais les méthodes de concentration semblent produire plus de différence. La méthode actuelle est le résultat de l'expérience des dernières 15 ou 20 années et varie considérablement dans les détails et probablement dans le coût dans les divers moulins. Les variations dans le montant de force motrice requise pour actionner différents moulins semblent indiquer une grande différence dans l'efficacité des usines de concentration.

L'augmentation de la demande pour les produits d'amiante dépend surtout de l'habilité des fabricants et de la quantité des substituts de l'amiante. Les prix toujours de plus en plus élevés du bois de construction ont augmenté les applications de l'amiante pour les planches et les bardeaux, tandis que diverses inventions la font employer avec ingéniosité pour résister à la chaleur et comme matériau isolant, ce qui lui donne un grand avantage sur tous les substituts connus.

Il est surtout remarquable qu'il n'ait pas été trouvé de gisements rivaux pour la production de l'amiante. Les seuls gisements qui aient donné jusqu'à présent une production soutenue et croissante sont ceux du district de l'Oural, en Russie. Leur augmentation de rendement dans les dernières dix années

a été celle qui s'est produite dans les gisements du Canada durant les premières dix années de l'exploitation dans les Cantons de l'Est. D'après ce que nous avons pu savoir, le produit russe ne peut être employé à tous les usages auxquels s'adapte le produit canadien. Ce fait, ainsi que les difficultés rencontrées dans l'exploitation et le transport placeront sans doute pendant longtemps les gisements russes dans une position secondaire à celle des produits du Canada sur les marchés du monde.

GISEMENTS D'AMIANTE.

1.	Wolfestown,	rang IV, lots 24 et 25, Asbestos Mining & Manufacturing Co.
2.	Coleraine,	bloc B, Black Lake Chrome & Asbestos Co.
3.	Wolfestown,	rang II, lot 24, Asbestos Mining & Manufacturing Co.
4.	Coleraine,	bloc A, Black Lake Chrome & Asbestos Co.
5.	Ireland,	rang III, lot 26, King Bros.
6.	Coleraine,	bloc A, Black Lake Chrome & Asbestos Co.
7.	"	" Standard Asbestos Co.
8.	"	" American Asbestos Co.
9.	"	rang B, lots 30 et 31, American Asbestos Co.
10.	"	bloc A, American Asbestos Co.
11.	"	rang B, lots 29 et 30, Johnson's Asbestos Co.
12.	"	bloc A, American Asbestos Co.
13.	"	" " "
14.	"	rang B, lots 27 et 28, Moitié ouest, Union Asbestos Co.
15.	"	" lots 28, Moitié est, Bell's Absestos Co.
16.	"	rang A, lot 29, Dr. James Reed.
17.	"	" lot 28, Dr. James Reed.
18.	"	" B, lot 27, Moitié [illegible], Bell's Asbestos Co.
19.	"	" A, lot 27, Dr. James Reed.
20.	Thetford,	" VI, lot 28, Johnston's Asbestos Co.
21.	Ireland,	" X, lot 26, Johnson's Asbestos Co.
22.	Thetford,	" V, lot 28, King Bros.
23.	"	" V, lot 27, The Bell mine.
24.	"	" V, lot 27, The Bell mine.
25.	"	" V, lot 26, King Bros.
26.	"	" VI, lot 26, King Bros.
27.	"	" VI, lot 27, Johnson's Asbestos Co.
28.	Wolfestown,	" IV, lot 26, McDonald Bros.
29.	"	" III, lot 25.
30.	Garthby,	" II, S.E. lot 16.
31.	Thetford,	" V, lot 27, Moitié ouest, Ward—Ross

Chromite.

La chromite ou fer chromé est un oxyde de chrome et de fer, il a une valeur considérable, non pas comme minerai de fer mais surtout pour sa teneur en chrome qu'on emploie dans certains procédés chimiques et métallurgiques. On la rencontre dans ce district en corps irréguliers ou en forme de lentilles assez considérables pour être exploités, et aussi en nodules et en grains dans la serpentine et la pyroxénite.

Le produit jusqu'ici vient du district situé entre les Mines Thetford et D'Israeli: la gare Chrome Siding, près du lac Noir est le principal point d'expédition. Des consignations plus petites ont aussi été faites de Thetford et de D'Israeli.

Cependant on sait que des dépôts d'une bonne valeur apparente sont situés en plusieurs endroits dans la zone de serpentine du sud de Québec. On n'attend sans doute pour les exploiter que les falicités de transport et de meilleures conditions dans l'état du marché. D'après les rapports il y aurait d'importants gisements dans les cantons de Bolton, Orford, Melbourne, Ham, Ireland, Leeds, Wolfestown, Coleraine et Thetford, et plus au nord jusqu'au mont Albert dans Gaspé.[1]

---

[1]Géologie du Canada, p. 749, et al.

PRODUCTION.

Voici les rapports[1] annuels de production de 1894 à 1909 inclusivement:—

—	Tonnes	Valeur
		$
1894	1,000	20,000
1895	3,177	41,300
1896	2,342	27,004
1897	2,637	32,474
1898	2,021	24,252
1899	2,010	21,842
1900	2,335	27,000
1901	1,247	16,744
1902	900	13,000
1903	3,509	51,121
1904	6,074	67,146
1905	8,575	93,301
1906	9,035	91,859
1907	7,196	72,901
1908	7,225	82,008
1909	2,470	26,604

Une partie de ces minerais est employée par la Compagnie de Réduction électrique de Buckingham, Québec, pour la fabrication du fer chromé. A part quelques petits envois fortuits faits en Europe, plus des ¾ de la production est expédiée aux Etats-Unis. Là on l'emploie pour la fabrication de bi-chromates qui servent à la teinture des tissus, au tannage du cuir, pour les couleurs dans l'imprimerie et la peinture, pour la fabrication de l'acier au chrome, et les qualités inférieures, pour garnir les fourneaux.

[1]Production minérale du Canada, par J. McLeish, chef de la Section des Ressources et Statistiques Minérales, Division des Mines, ministère des Mines, Ottawa, Canada.

HISTOIRE.

Le chrome fut découvert en 1797 par Vauquelin, chimiste de l'Ecole Polytechnique de Paris, dans des échantillons de crocoïsite ou chromate de plomb des monts Ourals. L'année suivante, 1798, Meder découvrit le composé correspondant avec le fer, Chromite. W. Glenn[1] dit que les premiers minerais furent trouvés simultanément dans les Ourals du nord par Soymonof, et dans les Ourals du sud par Metschinskow à peu près vers ce temps. Vingt ans après, l'usage du chrome dans la teinturerie fut enseigné; et en 1827, le chromite fut découvert près de Baltimore en Amérique par P. Tyson, l'un des fondateurs de la compagnie chimique bien connue sous ce nom. L'industrie du chrome est devenue importante depuis ce temps-là.

De 1830 à 1860, les Etats-Unis ont été les plus grands producteurs du chromite, la plus grande quantité venant du Maryland, et quelques montants plus petits de la Pennsylvanie et de la Californie. A présent les Etats-Unis en produisent peu, bien que la plus grande partie de la production Canadienne et de grandes quantités de minerai étranger soit employés dans ce pays. Les mines de Norvège et d'Ecosse ont donné aussi d'importants rendements dans la dernière partie du dernier siècle.

Les dépôts de Turquie ont donné la production la plus abondante de 1860 à 1870, et sont restés à la tête jusqu'à l'ouverture des mines de la Nouvelle-Calédonie dans ces dernières années. La Sibérie, la Nouvelle Galles du Sud, et la Nouvelle-Zélande ont aussi produit différentes quantités de chronite dans divers temps.

DÉVELOPPEMENT AU CANADA.

Dès 1861, des échantillons d'une pesanteur de quelques tonnes furent envoyés du canton de Ham à Londres et Glasgow par le Major R. G. Leckie. Ces échantillons avaient une teneur moyenne de 43.9% d'oxyde de chrome. Bien qu'ils eussent dans ce temps une valeur de 10 à 12 Louis la tonne de

[1]Trans. Amer. Inst. Min. Eng., 1895, U.S.G.S., Vol. XVII.

minerai, environ 4 fois le prix actuel, il n'a pas été fait d'exploitation, parce que, pour une partie du moins, les facilités de transport par chemin de fer manquaient, conditions qui sont changées depuis par le développement général du district.

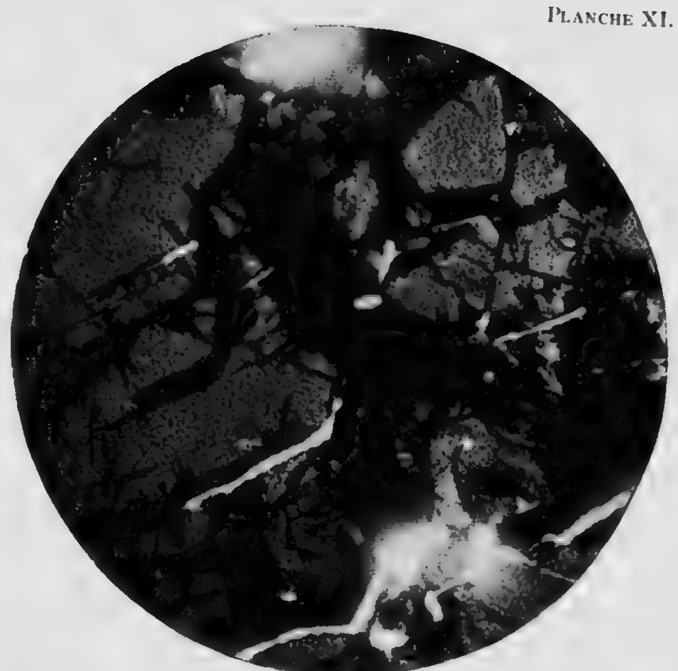
La tentative suivante la plus sérieuse pour exploiter les minerais de chromite de Québec semble avoir été faite en 1886 et 1887 alors qu'au-delà de cent tonnes de minerai de Wolfestown, Leeds, et Thetford furent extraites et envoyées à Philadelphie, principalement feu Dr. James Reed. Il n'y eut pas d'exploitation jusqu'en 1894, alors que MM. Nadeau, Léonard et autres commencèrent les opérations sur plusieurs points. Mille tonnes furent expédiées durant cette année, et un rendement égal fut produit chaque année depuis.

CARACTÈRES DU MINERAI.

On rencontre la chromite dans la roche dans des proportions variables, depuis les masses pures de minerai jusqu'à des points disséménés dans les roches du district, trop pauvres pour être exploités comme minerais. La valeur dépend de la quantité d'oxyde de Chrome Cr_2O_3 que le minerai contient. Les minerais contenant 45% ou plus d'oxyde chromique sont vendus sur le marché comme minerai brut. Ceux qui contiennent moins de 50% sont sujets à une taxe tandis que ceux qui sont au-dessus de 50% amènent une prime de cinquante cents à une piastre par tonne pour chaque unité au-dessus de 50. Le minerai au-dessous de 40% jusqu'à 10% est concentré jusqu'à 50% ou plus. Il est donc important de se procurer un minerai aussi bon que possible, la qualité dépendant du degré de séparation du minerai avec la roche encaissante, et de la proportion d'oxyde chromique que le minerai contenait auparavant.

Théoriquement la chromite consiste en une molécule de fer à l'état ferreux et une d'oxyde chromique. Mais on sait que le fer peut être remplacé par une certaine quantité de magnésie, et le chrome par l'aluminium jusqu'à un certain point. D'après Pratt (Op. cit.) le chromite est probablement un mélange isomorphe de FeO, Cr_2O_3; MgO, Cr_2O_3, et MgO, Al_2O_3.

PLANCHE XI.



Microphotographie de chromite. La partie opaque plus riche en fer remplit les espaces irréguliers et s'étend sous forme de bras dans la partie translucide riche en magnésie du minerai.

En examinant des plaques microscopiques de chromtie du Lac Noir on a trouvé qu'il est formé de deux parties: une substance brun-rougeâtre, translucide et un matériau noir opaque (Planche XI). Dans des échantillons choisis sur des minerais de haute qualité, le matériau rougeâtre forme jusqu'à 90% du tout; tandis que dans les qualités inférieures la partie noire est beaucoup plus élevés que l'autre. Dans de minces sections d'échantillons de qualité moyenne, les deux parties sont complètement distinctes l'une de l'autre, bien qu'on en trouve souvent des portions qui sont intimement entremêlées. Dans quelques cas, elles ont l'apparence de cristaux octaèdres pris les uns dans les autres, mais en général on ne peut pas bien distinguer les contours des cristaux dans les différentes qualités. A la lumière récléchie, il est absolument impossible de distinguer les deux sortes de matériau.

On a essayé sans succès de graver à l'eau forte une plaque mince. Après l'enlèvement du couverele de verre, la plaque fut traitée par l'acide chlohydrique bouillant pendant 20 minutes, mais sans effet perceptible sur chacune des deux substances.

Une quantité de roche fut broyée et assortie pour essayer la séparation par l'attraction magnétique. Avec un courant de 2·5 ampères sur un séparateur Wetherell, aucune partie n'était attirée; avec 6 ampères le tout fut soulevé. Après des essais répétés, on put faire une assez bonne séparation avec un ampèrage de 3·8 et la courroie allant à une vitesse de 20 pieds par minute, le premier bout du magneto-aimant placé à 7/32 de pouce de la courroie et le second à 9/32, et avec un apport lent du minerai. L'examen microscopique montre que les têtes (particules adhérant à l'extrémité de tête ou d'avant du magnéto-aimant) sont formées de la partie noire opaque, et que la partie rouge translucide formait les queues. Un traitement séparé de chacun des deux produits répété plusieurs fois nettoya bien les têtes, mais la séparation des queues ne fut pas aussi satisfaisante.

Un quart du matériau broyé fut tamisé, et la quantité qui passa à travers un tamis de 150 mailles et resta sur le tamis de 200 fut traité dans un séparateur hydraulique expérimental, dont le courant d'eau était ascendant. On put effectuer par ce moyen

une assez bonne séparation. La différence de densité ne fut pas déterminée, mais la partie rouge fut trouvée plus légère.

Une autre particularité qui évidemment peut avoir une certaine importance dans la concentration du chromite, c'est que la partie rouge est beaucoup plus friable. En tamisant le produit d'un simple broyage, on remarqua que le rapport des grains rouges aux grains noirs augmentait directement avec la finesse du matériau. Pratiquement, ce qui passe à travers la tamis No. 200 est rouge, et ce qui reste sur le tamis No. 80 est en grande partie noir; tandis que la partie qui reste sur le tamis No. 150 est de composition moyenne. Dans le moulin de concentration, le chromite, après son passage dans le concasseur à machoires est pilé jusqu'à ce qu'il soit d'environ $\frac{1}{20}$ de pouce, puis séparé au moyen des tables Wilfley.

Il y a une perte notable en paricelles fines, ou matières flottantes, qui comme on le sait par cette investigation présentent forment une partie précieuse du minerai et n'est pas un produit de rebut.

Dans le but de voir l'analogie entre les formules de la chromite et de la pechblende (minerai d'uranium), un échantillon de chromite fut essayé pour le radium par le Dr. A. S. Eve du laboratoire de physique de l'université McGill.

L'échantillon fut trouvé si peu radio-actif qu'on n'a pas cru nécessaire de faire un examen spécial des produits séparés c'est-à-dire de la partie rouge et de la partie noire.

Les deux parties séparées à l'électricité d'après le procédé ci-haut décrit, furent soumises à l'analyse chimique, et voici le résultat:—

(A) est la partie brun-rougeâtre, moins magnétique plus légère et plus friable;

(B) est la partie noire, opaque et magnétique.

—	A.		B.	
	—	Rapport Moléculaire.	—	Rapport Moléculaire.
SiO_2	6·54	0·109	4·10	0·068
Al_2O_3	10·34	0·101	11·34	0·110
Cr_2O_3	45·30	0·300	48·20	0·320
FeO	13·94	0·193	15·66	0·217
MnO	0·32	0·004	0·36	0·005
CaO	2·50	0·045	1·50	0·027
MgO	16·70	0·417	15·66	0·341
CO_2	2·46	0·056	1·45	0·033
TiO_2	0·12	0·001	0·12	0·001
H_2O	{0·12 2·03	....	{0·08 1·97	
	100·37	....	100·44	

En donnant au CO_2 des analyses précédentes tout le CaO, et une quantité additionelle de MgO pour annuler les molécules d'acide; et au SiO_2 assez de MgO pour former du bronzite, les corps résultant de ces combinaisons (calcite et bronzite) peuvent être regardés comme des impuretés. En combinant les autres constituants dans les trois molécules, FeO, CrO, (MnO étant ajouté au FeO), MgO, Cr_2O_3, et MgO, Al_2O_3 il ne reste qu'un excès de MgO dans A, de 85 molécules, et dans B de 49. En d'autres termes, les rapports du protoxyde au sesquioxyde (à part les quantités qui forment partie des impuretés, la calcite et le bronzite) sont comme suit dans A, 494: 401, et dans B, 489: 430.

La différence de composition de ces deux échantillons, qui semble affecter leurs caractères physique et optique, est que la teneur en magnésie est plus haute dans A que dans B; tandis que le fer ferreux est plus élevé dans B. Le Dr. Wadsworth, qui a fait une étude microscopique de la chromite et de la picotite dan

la péridotite[1] croit que la chromite peut être une forme altérée de la picotite, variété de spinell dans laquelle le chrome forme jusqu'à un montant de 7%. Pratt (Op. cit.) s'objecte à cette hypothèse, et croit plutôt que la chromite est formé de trois molécules isomorphes, FeO, Cr_2O_3; MgO, Cr_2O_3; et MgO, Al_2O_3. Il dit: "En augmentant dans la molécule le rapport du MgO, Al_2O_3, et en diminuant d'une quantité correspondante FeO, Cr_2O_3, le mineral devient plus translucide."

C'est un fait bien connu qu'on n'a pas encore trouvé à l'état naturel la chromite répondant à la formule FeO, Cr_2O_3, excepté dans les météores. Mais le FeO est en partie remplacé par MgO, et le Cr_2O_3 par Al_2O_3. C'est ce qui a suggéré l'idée de la relation isomorphique de ces molécules. Voici des analyses de chromite de Bolton (I) et (II) des environs du Lac Memphremagog, Qué. faites par Hunt.[2]

—	I.	II.
SCr_2O_3	45·90	49·75
Al_2O_3	3·20	11·30
FeO	35·68	21·28
MgO	15·03	18·13
	99·81	100·46

L'analyse de l'échantillon A prouve que la partie translucide du spécimen en question ne peut être de la picotite, même sous une forme quelque peu altérée, car il contient six fois plus d'oxyde chromique que ce minéral peut en contenir. Dans quelques sections, (voir fig. 7) les positions relatives des parties translucides et opaques sont telles qu'on est porté à croire que la partie opaque pourrait être une forme altérée de l'autre, mais dans d'autres les deux paraissent être primaires. Il est donc probable qu'elles se sont formées ensemble, et, comme Pratt le suggère, que le Cr_2O_3 peut avoir comme base soit le FeO, soit le MgO, et que les deux molécules sont ordinairement présentes dans une relation isomorphe.

[1]Lithological Studies, Cambridge, Mass., 1884, p. 184.
[2]Géologie du Canada, 1863, p. 504.

Pareillement, quand les molécules de magnésie sont en excés, le minéral a les propriétés du spécimen A, et quand la teneur en fer augmente jusqu'à être égale à l'autre, le minéral prend les propriétés du spécimen B.

Il n'a pas encore été possible de déterminer si, oui ou non, il y a une différence dans la valeur commerciale de ces deux classes de minerai, savoir, celles dont la base est du fer, et celles dont la base est de la magnésie. Pour la fabrication des bichromates, il ne parait pas y en avoir, mais pour les alliages d'acier il peut y avoir une différence dans le valeur de ces bases. L'étude microscopique des échantillons de chromite de ce district indique que la plus grande partie est à base de magnésie, ou de la classe A. L'échantillon analysé fut choisi parce que la section microscopique montrait des proportions égales des deux classes de minerai.

MINÉRAUX ASSOCIÉS A LA CHROMITE.

La gangue principale des dépots de chromite est la roche encaissante qui est composée principalement d'olivine, de pyroxène et de serpentine, comme ci-haut décrit. On trouve aussi quelques autres minéraux, et bien qu'ils soient en petite quantité, ils méritent une mention spéciale.

Magnétite.—La magnétite se rencontre dans la roche environnante sous forme de cristaux primaires, et aussi en grains, en petites masses irrégulières et en veines dans la serpentine. On la trouve aussi en grains dans des masses larges qui paraissent être primaires et formées en même temps que la chromite.

Vésuvianite.—Dans les carrières Dominion et Caribou des mines de chrome de la Black Lake Consolidated Company et aussi aux mines de la Compagnie Américaine de Chrome, il y a des veines de différentes formes et des corps irréguliers de vésuvianite. On trouve par places de petits cristaux bien formés recouvrant les murs intérieurs des cavités. Des échantillons ont été fournis par M. R. P. D. Graham, professeur de minéralogie à l'université McGill, avec l'analyse et la description suivantes.

Vésuvianite couleur lilas du lot 26, rang II, canton de Coleraine, comté de Mégantic, Québec.
Carrière de Montréal de la mine DominionChrome.

Les pourcentages de composition donnés ci-après sont la moyenne d'analyses doubles à résultats très rapprochés du minéral, excepté pour les alcalis dont l'analyse fut simple.

—	%	Coefficient moléculaire.
SiO_2	36·77	612......3
Al_2O_3	20·05	196......1
CaO	37·47	669
FeO	0·65	9
MnO	0·20	3
MgO	2·69	67 } 796 .4
Na_2O	2·88	46
K_2O	0·21	2
	100·92	

En considérant le minéral comme un silicate double d'alumine et de chaux, dans lequel une partie de la chaux a été remplacé d'une manière isomorphe par des quantités équivalentes d'autres protoxydes présents, le coefficient moléculaire CaO: Al_2O_3:SiO_2 est approximativement 4:1:3. S'il n'y avait pas de remplacement, il y aurait 44·58% de chaux (0·796 x 56), et le percentage de composition du minéral recalculé sur cette base d'après l'analyse précédente est donné dans la colonne I ci-après. La colonne II donne les montants théoriques de 4CaO, Al_2O_3, $3SiO_2$.

—	I.	II.
SiO_2	36·26	35·57
Al_2O_3	19·77	20·16
CaO	43·97	44·27
	100·00	100·00

Le minéral se rencontre en cristaux petits et transparents ayant jusqu'à un mm. de longueur et un beau lustre. Il ne perd pratiquement pas de poids (0·05%) par exposition à la température de 105°C pendant une heure, et la couleur n'est pas changée non plus; à une plus haute température, il y a fusion avec intermescence (une partie agissant sur l'autre pour produire la fusion), et si le minéral a été pulvérisé, il se prend en pain et devient couleur de brique anglaise (brique à couteaux, vulg.) Il n'est pas attaqué par les acides. Fondu avec du carbonate de soude il devient d'une couleur vert-foncé, indiquant la présence de manganèse, et la couleur violette ou lilas du minéral est probablement due à sa petite teneur en oxyde de cet élément. L'analyse qualitative [illegible] le chlore donna un résultat négatif.

Les cristaux n'o[illegible] été mesurés complètement, mais on a mesuré assez d'angles sur trois d'entre eux pour identifier le minéral comme étant de la vésuvianite. Les formes observées sur ces cristaux furent *a* (100), *m* (110), *p* (111), *s* (311), et *v* (311); les angles mesurés dans la zone (*a p*) furent comme suit, comparés à ceux de la vésuvianite donnés entre parenthèses.

av.	22° 5′ à 23° 16′	(22° 55′)
vs.	11° 47′ à 12° 15′	(12° 15′)
sp.	29° 33′	(29° 30′)

A cause de la petite dimension des faces, quelques-uns des angles ont été mesurés approximativement, ce qui explique l'écart un peu élevé entre certains résultats. La densité (3·32) et les caractères optiques (un seul axe, négatif) s'accordent aussi avec ceux de la vésuvianite.

Les analyses de vésuvianite ne donnent pas généralement une formule unique pour le minéral, et des échantillons de différentes localités peuvent varier beaucoup en composition. C'est simplement un silicate double d'alumine et de chaux dans lequel des quantités variables de chaux peuvent être remplacées par d'autres protoxydes, et l'oxyde ferrique remplace en même temps une partie de l'alumine. Il fut démontré par Rammelsberg que le rapport R'': R''' dans la vésuvianite est toujours 2:1; et il proposa comme formule générale du minéral le type: $4R''_4$,

SiO_4, R'_6SiO_5. Dans le cas de l'échantillon décrit ci-haut, le rapport Ca'':Al''' égale 2:1 comme dans la vésuvianite, mais la composition serait plus exactement représentée par la formule générale $2R'_4SiO_4$, $R_6 SiO_5$, ou $2Ca_2$, SiO_4, Al_2, SiO_5.

Diamants.—A cause de la récente découverte de diamants par M. R.-A.-A. Johnston, Minéralogiste de la Commission géologique, dans des roches contenant du chromite trouvées par Mr. Chas. Camsell dans le district Tulameen, Colombie britannique, des échantillons venant du Lac Noir furent envoyés à M. Johnston pour examen. Quatre échantillons furent expédiés. Un était du minerai de chromite de la carrière Montréal de la compagnie Dominion Chrome, maintenant la propriété de la Black Lake Consolidated Mining Company; un autre était de la serpentine du voisinage de la veine de minerai, et un autre de la vésuvianite de la même carrière. Le quatrième échantillon était un morceau de péridotite pris près de la station de Black Lake. Les trois derniers ne contenaient pas de diamants, mais l'échantillon de chromite en contenait environ 0·06%, qui étaient très petits mais de bonne qualité sous d'autres rapports. Les diamants étaient trop petits pour avoir une valeur commerciale comme pierres précieuses. Néanmoins leur présence est importante, car l'examen d'un simple échantillon n'est aucunement un essai complet de tout le dépôt, ni de la chromite de toute la région. Il y a sur la carte qui accompagne ce rapport 45 localités du district Thetford—Black Lake où il se trouve de la chromite, ainsi que plusieurs autres plus au sud. Des explorations dans ces localités, ainsi que d'autres essais du dépôt de la carrière Montréal, et un examen des graviers du voisinage de chacun des dépôts où il est possible de le faire seraient nécessaires avant de pouvoir dire si oui ou non il y a des diamants d'une importance commerciale dans le district.

M. Johnston décrit comme suit le procédé qu'il a employé pour extraire les diamants et le résultat obtenu:—

Examen d'échantillon du voisinage de Black Lake, Québec, dans le but de reconnaître s'ils contiennent des diamants sous quelque forme, par R. A. A. Johnston:—

No. 1.—Cet échantillon en une chromite massive, noir brillant, un peu granuleuse, mêlée plus ou moins intimement avec du matériau serpentineux grisâtre.

Un fragment fut séparé de l'échantillon et broyé en une poudre passant à travers un tamis de 60 mailles au pouce carré; cette poudre fut ensuite traitée dans un tube séparateur par la solution Thoulet d'une densité d'environ 3·0; la partie la plus pesante qui resta au fond du tube pesa après lavage et dessiccation approximativement 11 grammes; cette partie fut mêlée avec 50 grammes de carbonate de soude sec et chimiquement pur, et le mélange fut fondu dans un grand creuset en platine au rouge cerise pendant 4 heures; après refroidissement, le produit fut macéré dans l'eau jusqu'à désagrégation complète, le liquide surnageant filtré, et le résidu traité par l'acide chlorhydrique pour enlever les oxydes de fer, de magnésie, etc. Environ la moitié de la chromite fut enlevée par ces opérations, qui furent répétées plusieurs fois. Il devint bientôt évident que cette méthode aurait peu d'effet sur les plus grosses particules de chromite qui restaient après chaque série d'opérations la fusion avec le bisulfate de potasse fut alors employée, et le résidu de ce traitement était formé de petits diamants avec de la chromite non-décomposée; l'élimination finale de cette dernier fut faite par la fusion avec du carbonate de soude.

Le résidu de diamants obtenu de la manière indiquée ci-dessus, pesait près de 7 milligrammes, ou 0·06% de la partie séparée qui constituait presque tout l'échantillon.

Ces diamants paraissent à l'œil nu absolument comme une poussière; cependant, sous le microscope, avec un grossissement modéré, ils sont parfaitement transparents et d'une belle cristallisation; la forme la plus commune est le simple octaèdre; mais plusieurs sont apparemment des combinaisons du cube et de l'octaèdre. La dureté ne put être déterminée avec précision à cause de la petite quantité de matériaux résultant de l'expérience, mais en les ôtant du gobelet avec un pinceau en poils de chameau, on remarqua que bien que la pression fut légère, elle était suffisante pour faire beaucoup de petites égratignures sur le verre.

Exposés aux émanations du radium ils sont clairement fluorescents, ce qui est regardé comme une preuve évidente du caractère diamantin du minéral."

"De la carrière Montréal, Black Lake Consolidated Company, Qué.

No. 2.—De la même localité que l'échantillon précédent. Serpentine gris-verdâtre. Traité de la même manière que le No. 1. Résultat négatif.

No. 3.—De la même localité que le No. 1. Vésuvianite brillante et rose. Résultat négatif aussi.

No. 4.—Des environs de la gare de Black Lake. Péridotite gris sale. Résultat négatif aussi.

Molybdénite.—On a trouvé dans la vésuvianite de la carrière Caribou un minéral métallique en petites veines. Examiné au chalumeau par M. McLean, celui-ci trouva qu'il possédait les propriétés de la molybdénite. La quantité obtenue était trop petite pour pouvoir en faire une analyse chimique.

RELATIONS AVEC LA ROCHE ENCAISSANTE.

C'est une particularité frappante des gisements de chromite qu'on la trouve en quantité plus ou moins grande partout dans la péridotite et la zone de serpentine. Dans les parties de la roche qui ne sont pas occupés par le chromite lui-meme, on trouve des nodules formés aussi de chromite, et des grains de ce minéral sont plus ou moins librement répandus dans la roche entière. Cette dissémination générale de chromite, ainsi que l'état altéré de la roche, semblent nous suggérer l'idée que les masses de chromite ont été formées par concentration du minéral des roches environnantes, mais un examen attentif détruit cette opinion.

Les gîtes n'ont pas ordinairement des murs définis, et les grains de chromite sont aussi abondants dans la roche adjacente aux masses qu'ailleurs. En fait, excepté où il y a des failles ou glissements les masses de minerai sont généralement remplacés par des parties moins riches, puis par des roches trop pauvres en chromite pour être exploitées.

Les gîtes de minerai sont généralement de forme irrégulière, bien que leur contour soit ordinairement ellipsoide dans les sections superficielles, indiquant qu'elles sont plus ou moins en forme de lentilles.

Dans ces cas l'axe le plus long est parallèle à la direction générale des lits de la roche environnante, c'est-à-dire N.E.-S.W., et ainsi la forme peut être le résultat d'une pression régionale qui s'est produite après que les masses de minerai ont été formées.

Un des plus gros gîtes de minerai qui ait été trouvées est dans la carrière No. 1 de la Black Lake Chrome and Asbestos Co. Ce gîte est d'environ 80 pieds de longueur, de 5 à 50 pieds de large et a été exploité sur une profondeur de 340 pieds. Il est incliné vers l'ouest d'environ 60°. Dans sa forme générale ce gîte de minerai parait être tout à fait semblable à celui de la fameuse mine Wood de Lancaster, Pennsylvanie, qui est une des premières exploitations de chromite aux Etats-Unis. Celui-ci fut décrit pour la première fois par le Prof. Frazer[1] comme suit: "La roche encaissante est de la serpentine. Le gîte de minerai est d'une longueur de presque 50 toises dans sa plus grande extension . Sa profondeur est de 120 toises. La hauteur de la mine est de 40° à 60° degrés sous l'horizon. La largeur des roches contenant le minerai est de 10 à 35 pieds, ou d'une moyenne de 20 pieds."

La carrière Montréal de la Dominion Chrome Company, (carte 23A, fig. 6), est un autre dépôt considérable. Ici l'exploitation a été faite principalement dans une ouverture de 100 x 40 pieds, avec une profondeur maximum de 60 pieds. La masse originelle dont l'inclinaison est vers le nord-ouest sous un petit angle, a été suivie sur toute sa longueur. Elle a 15 pieds d'épaisseur près de la surface, et cette épaisseur s'est maintenue à différents endroits. Après enlèvement du minerai, on a fait plusieurs trous pour déterminer la nature du roc sous-jacent. Les notes sur deux de ces trous sont données ci-après. Le trou A est vertical, et le trou B est incliné vers le nord-ouest de 60°. Cette direction est celle de la masse de minerai, mais avec un angle plus fort. Les trous commencent pratiquement à la même place.

---

[1]Second Geological Survey of Pennsylvania, 1880.

A.

0-43	pieds	serpentine.
43-46	"	minerai.
46-55	"	serpentine.
55-58	"	minerai.
58-74	"	serpentine.
74-80	"	minerai.
80-82	"	serpentine.
82-83	"	minerai.
		serpentine.

Minerai total, 13 pieds.

B.

0-47	pieds	serpentine.
47-50	"	minerai.
50-51	"	serpentine.
51-59	"	minerai.
59-63	"	serpentine.
62-63	"	minerai.
63-65	"	serpentine.
65-73	"	minerai.
73-83	"	serpentine.
83-84	"	minerai.
84-88	"	serpentine.
88-98	"	minerai.
		serpentine.

Minerai total, 31 pieds.

Quelques parties de la roche classées comme de la serpentine dans les notes ci-dessus sont du granite; mais on ne connait pas les mesures de ces parties. Le trou B étant presque parallèle à l'inclinaison de la lentille donne les dimensions le long des axes les plus rapprochés de la verticale, et ces dimensions paraissent être deux fois et demi l'épaisseur des masses de minerai.

La carrière Caribou (localité 37 sur la carte ci-jointe du district minier du Lac Noir) de la Black Lake Chrome and Asbestos Company présente quelques particularités intéressantes, bien que l'enlèvement de la roche entre les deux masses de minerai et du minerai lui-même laisse peu de repères pour juger des relations du dépôt originel. Actuellement c'est une carrière de 90 pieds de profondeur montrant de petites lentilles de minerai riche sur les deux côtés. Il y a un mur de granite sur les côtés sud-est et nord-ouest. Sur ce dernier côté, le granite forme un dyke de 8 pieds d'épaisseur, et du côté opposé il est de 2 pieds et moins régulier. Actuellement le minerai est près mais ne touche pas les murs de granite. On dit avoir trouvé des corps isolés de minerai entre les dykes, et la quantité de roche extraite indique d'une manière certaine que le minerai extrait de ces diverses parties était de quelques valeur. L'histoire de l'exploitation avant que la mine tombe entre les mains des présents propriétaires ne peut être vérifiée, mais les meilleurs minerais semblent avoir été trouvés près des côtés de la

présente carrière. La molybdénite se rencontre en petites quantités avec de la chromite en ur endroit de cette carrière.

La mine de la Canadian Chrome Company (localité 32 sur la carte ci-jointe 23A) est une carrière ouverte d'une étendue à peu près semblable à la précédente. Dans la partie centrale du mur nord-est, une masse de granite de 10 de largeur à la surface s'étend verticalement vers le bas de 30 pieds, et est remplacée par de la serpentine. C'est un des endroits où le granite semble être contemporain avec la péridotite qui a formé la serpentine. Le meilleur minerai semble avoir été extrait près du côté ouest de la carrière. La masse de minerai de cette carrière parait être moins bien limitée qu'à l'ordinaire, mais à peu près toute la serpentine adjacente et sur une distance considérable vers le nord-est de la carrière principale est imprégnée de chromite, formant une très grande quantité de matériau peu riche.

La mine de l'American Chrome Company, (localités 14, 15, etc., sur la carte ci-jointe 23A) est essentiellement semblable à la précédente dans son développement, et le minerai se trouve disséminé dans la roche sur une distance très considérable autour de la mine.

La propriété de H. Leonard (localités 3, 4, 5 sur la carte ci-jointe 23A) près du lac Breeches parait être semblable à ceux mentionnés dans les relations du dépôt avec la roche encaissante, mais il n'est pas bien développé. Il y a une quantité considérable de bon minerai exposé dans trois excavations dont une est de 100 pieds de longueur. Les autres sont respectivement à 100 et 500 pieds de distance. Le minerai parait avoir une largeur de 5 ou 6 pieds dans chacun de ces endroits, et la couche de diluvium et le talus superficiel nous ont empêché de voir les relations de ces divers affleurements entre eux. Ils gisent successivement dans une direction sud-ouest de la plus grande carrière.

Les nombreuses autres mines et emplacements de mines du district sont exploités à ciel ouvert, et sont peu avancés, et par suite il a été difficile d'avoir des données précises sur la forme ou les relations des gîtes de minerai, excepté dans les coupes de surface. Il ne parait pas y avoir d'ordre défini de succession

dans les gîtes de minerai, mais ils sont séparés par la roche encaissante épaisse parfois de quelques pouces et d'autres fois de plusieurs pieds. Leur distribution est irrégulière, mais ils se rencontre plus fréquemment dans la zone de roche encaissante parallèle à et peu distante de son contact avec les sédiments adjacents.

GENÈSE.

Faits établis.—Les particularités qui sont essentielles en recherchant l'origine des minerais de chromite sont la forme, les relations avec les épontes, et la distribution des dépôts. La relation de la chromite avec les autres minéraux dans la structure intime de la roche doit aussi entrer en ligne de compte.

La forme des gîtes est une lentille grossière. Plusieurs lentilles de grandeurs variables depuis de simples poches jusqu'à des masses contenant des milliers de tonnes se rencontrent assez fréquemment ensemble pour former une sorte de zone de minerai dans la roche. Généralement les épontes ne sont pas bien limitées, mais le minerai passe à la roche encaissante par une transition assez graduelle. Les principaux dépôts se trouvent dans la roche intermédiaire entre la péridotite et le pyroxénite, et cela qu'il s'agisse d'un épanchement ou d'un stock.

Dans les plaques microscopiques de la roches qui contient le minerai, la chromite possède les relations d'un minéral primaire.

Théorie.—Trois hypothèses ont été émises par différents chercheurs relativement à l'origine du minerai de chromite. On peut les résumer comme suit:—

(*a*) La chromite est un minéral secondaire formé pendant la serpentinisation de la péridotite;

(*b*) La chromite est un minéral primaire formé par action pneumatolithique (action du vent ou de l'air) durant le refroidissement du magma de la roche encaissante;

(*c*) La chromite est un minéral primaire, et les dépôts, des produits de différenciation magmatique.

Cette dernière est l'opinion généralement adoptée.

Revue des opinions précédentes.—

(*a*) Von Groddeck[1] et Glen[2] sont parmi les écrivains sur le sujet qui ont soutenu cette opinion. L'origine de la chromite semble avoir été connexe à celle de la serpentine parce qu'on ne rencontre la chromite que dans la serpentine. Mais comme on trouve la chromite dans la péridotite inaltérée et la pyroxénite aussi bien que dans la serpentine, cette opinion tombe en discrédit.

(*b*) Meunier[3] arriva à croire que la chromite est formée par action pneumatolithique par des expériences chimiques dans lesquelles il produisit la chromite synthétiquement. En introduisant de l'hydrogène dans un tube de porcelaine au rouge sombre contenant des parties égales de protochlorure de fer et de sesquichlorure de chrome, Meunier obtint la chromite et d'autres produits. La chromite contenait 63·06% de Cr_2O_3; un percentage plus élevés que celui qu'on trouve dans toutes les chromites naturelles, à part celles des météores.

La présence de molybdénite et de vésuvianite manganifère dans les dépôts de chromite du Lac Noir aident à soutenir cette opinion; mais pour appliquer cette preuve avec justesse aux dépôts entiers il faudrait des examens plus complets.

(*c*) L'origine des minerais de chromite par différenciation magmatique de la roche encaissante a été soutenue par plusieurs écrivains dont les conclusions sont pratiquement d'accord.

Dr. F. D. Adams[4] fut le premier à avancer cette opinion pour les minerais de Québec. M. M. Pratt et Lewis[5] a depuis démontré que les dépôts du sud des Apalaches ont une origine semblable; et le Prof. J. H. L. Vogt[6] avait auparavant établi l'origine primaire des dépôts de chromite de Hestmando, Norvège. Là le Prof. Vogt trouva dans des péridotites fraîches ou peu altérées des amas de chromite correspondant pour la forme

---

[1]Lehre von den Lagerstatten den Erze,' 1879.

[2]XVII Annual Report, U.S. Geological Survey.

[3]Contribution à la histoire de fer Chrome, St. Meunier Comptes Rendus, vol. CX, 1890.

[4]Transactions of the Province of Quebec, Mining Association, 1894.

[5]Pratt, J. H., Trans. Am. Inst. Min. Eng., 1899, U.S.G.S., 1900.
Pratt, J. H., and Lewis, J. V., North Carolina Geol. Survey, 1905.

[6]Zeitschrift fur Praktische Geologie, October, 1894.

et la position avec ceux qu'on ne trouvait auparavant que dans la serpentine.

F. D. Power[1] dans une étude sur les minerais de chromite de la Nouvelle Calédonie croit que la chromite est un constituant originel de la roche éruptive.

Mais il trouve les dépôts placés le long des fractures et des canaux naturels, et en conclut que les dépôts ont été formés par solution et redéposition, bien qu'il reconnaisse la difficulté de trouver un dissolvant naturel de la chromite. E. C. Harder[2] croit que les dépôts de chromite de l'ouest et du centre de la Californie, à part certains placers, ont été formés par séparation magmatique. M. Harder ajoute que dans quelques endroits une décomposition et une altération ultérieure ont sans doute modifié la nature des dépôts. F. Cirkel[3] exprime l'opinion que la chromite fut formée pendant le refroidissement du magma. A. L. Hall et W. A. Hamphrey[4] trouvent que la chromite du Transvaal est un constituant primaire de la roche. Ils donnent aussi des preuves que la chromite s'est cristallisée environ dans le même temps que les pyroxènes rhombiques, remarque qui s'applique aussi aux minerais de Québec.

Conclusions.—L'évidence au microscope que la chromite se trouve en grains isolés comme un minéral primaire, sa présence générale au moins en traces dans toutes les roches de la série, la forme des dépôts et leurs relations avec les épontes, et le fait qu'on le rencontre principalement dans une phase particulière du mélange intrusif, savoir, dans la roche de transition entre la péridotite et la pyroxénite, tout semble confirmer l'opinion que les dépôts ont été séparés du magma de la roche originaire avant que celle-ci fût complètement solidifiée. La présence de vésuvianite dans deux des dépôts de chromite indique qu'il y a eu action pneumatolithique (action du vent ou de l'air sur la pierre). Mais les intrusions de granite qu'on trouve près

[1]Transactions of the Institution of Mining and Metallurgy, Vol. VIII, 1899-1900.

[2]Bulletin No. 430, Service Géologique, E.U., 1910.

[3]Rapport sur les dépots de minerai de fer chromé des Cantons de l'Est, Province de Québec, Dept. des Mines, Division des Mines, 1909.

[4]Trans. Géol. Soc. South Africa, Vol. XI, 1908.

de chacun de ces dépôts ont été formés un peu plus tard que la roche qui contient la chromite. Il est donc certainement possible et plus probable que la vésuvianite fut formée par action pneumatolithique due à l'intrusion du granite plutôt qu'à l'intrusion des roches basiques.

De tout cela il faut conclure nécessairement que les gîtes de minerai résultent de la différenciation du magma de la roche originaire; que leur forme a été modifiée par une action mécanique qu'ils ont subie comme la roche encaissante; et que cette déformation peut s'être produite en partie pendant que la roche avoisinante était encore dans une condition partiellement plastique. Une solution subséquente et une redéposition peut avoir eu lieu jusqu'à un certain point; mais on ne semble pas avoir de preuve certaine de cela, car les petites veinules de chromite qu'on trouve parfois n'ont pas une structure interne qui les distingue des branches ultra-basiques des parties de la roche intrusive qui contiennent de la chromite.

EXTRACTION.

L'extraction est opérée à ciel ouvert, excepté à la carrière No 1 du Lac Noir où l'on a creusé un puits. Comme les masses de minerai sont souvent petites et interrompues, il faut ordinairement adopter les méthodes d'exploitation les moins coûteuses. Des perforatrices mécaniques et des chèvres de remontage constituent le principal matériel employé. La perforatrice à diamant a été employée avec succès pour la recherche du minerai.

Concentration.—Le minerai est acheté et vendu sur une base de 50% d'oxyde chromique. Si le pourcentage est plus haut, il y a une prime, et s'il est plus bas il y a taxe. C'est pourquoi le minerai contenant environ 45% est expédié comme minerai brut; cette qualité et au-dessous jusqu'à 10% est concentrée à 50% ou au-dessus. Le plus fort pourcentage atteint dans le minerai brut ou concentré est rarement au-dessus de 55% de Cr_2O_3.

La méthode de concentration qui a été adoptée récemment consiste dans les opérations successives de broiement au con-

casseur puis au pilon, et passage par les tables de concentration Wilfley. Les produits de la première table Wilfley sont ordinaire ment traités sur une seconde table et on obtient rarement un produit dépassant 51%. Nous ne connaissons rien actuellement sur la quantité perdue dans l'opération. Il y a cependant une perte apparente de la masse flottante ou minerai finement broyé qui est entrainé des tables avec les particules légères de roche.

USAGES.

Une quantité limitée de ces minerais fut employée pendant quelque temps par la Compagnie de Réduction électrique de Buckingham, Québec, pour la fabrication du ferro-chrome. A part cela, et quelques petits envois fortuits en Europe, le produit canadien est expédié aux Etats-Unis. Là on l'emploie pour la fabrication des bichromates utilisés dans la teinture des tissus, le tannage du cuir, le coloriage dans l'imprimerie et la peinture, pour faire l'acier au chrome, et les qualités inférieures pour garnir les fourneaux.

GISEMENTS DE FER CHROMÉ.

1.	Garthby,	rang, V, lot 36.	O. Brousseau.	
2.	"	" V, " 37.	O. Brousseau.	
3.	"	" I, " B.	Gosselin.	
4.	"	" I, " C.	H. Leonard & Co.	
5.	"	" II, " 5, 6, 7, 8,	H. Leonard & Co.	
6.	"	Breeches lake,	H. Leonard & Co.	
7.	"	rang II, N. lot 4.	M. J. Hawley.	
8.	Ireland	" II, lot 28,	King Bros.	
9.	Coleraine,	bloc A,	Black Lake Chrome	& Asbestos Co.
10.	"	" A,	"	"
11.	"	" A,	"	"
12.	"	" A,	"	"
13.	"	rang IV, lot 7,	American Chrome Co.	
14.	"	" IV, " 8,	" "	
15.	"	" IV, " 9,	" "	
16.	"	" IV, " 10,	" "	
17.	"	bloc A,	Black Lake Chrome	& Asbestos Co.
18.	"	" A,	"	"
19.	"	" A,	"	"

20. Coleraine, rang X, lot 19 N.W., James Reed.
21. " bloc A, Black Lake Chrome & Asbestos Co.
22. " " A, " "
23. " rang X, lot 9, James Reed.
24. " bloc A, Black Lake Chrome & Asbestos Co.
25. " " A, " "
26. " " A, Standard Asbestos Co.
27. " " A, Black Lake Chrome & Asbestos Co.
28. " " A, Standard Asbestos Co.
29. " " A, Black Lake Chrome & Asbestos Co.
30. " " B, lot 28, Union mine.
31. " rang B, " 26, Ward and Ross.
32. " " A, " 16, Canadian Chrome Co.
33. " " A, " 17, J. Lamelin.
34. " Res. Ind. rang XIII, L.8, Star Chrome Mining Co.
35. " rang IV, lot 25, F. E. Narges.
36. " " XIII, " 5, Res.Ind. Star Chrome Mining Co.
37. " " III, " 25, A. Boudreau.
38. " " II, " 25, Dominion Chrome Co., Montreal.
39. Wolfestown, rangs II and III, lot 24, Bell Asbestos Co.
40. Coleraine, bloc A, Black Lake Chrome and Asbestos Co.
41. Garthby, rang I et K.
42. Coleraine " IV, lot 4, Adam et St. Onge.
43. " " A, " 15.
44. " " B, " 13, American Chrome Co.
45. " " XIII, " 2, R. H. Gardiner.

ÉTAT ET DÉVELOPPEMENT POSSIBLE DE L'INDUSTRIE.

La position du Canada parmi les autres pays du monde relativement à la production de la chromite, de 1903 à 1907 est montrée dans le tableau de statistiques suivant préparé par M. McLeish (Op. cit.) Il remarque aussi que "La Turquie est un des plus grands producteurs de chromite, et l'on trouve ce minerai dans plusieurs parties de la Turquie d'Europe et de la Turquie d'Asie. Malheureusement nous n'avons pas de listes de production."

Production mondiale de Chromite en tonnes métriques (2,204 liv. 6)

—	1903.	1904.	1905.	1906.	1907.
Australie	11,892	403	53	15	30
Bosnie and Herzegovine	147	278	186	320	310
Canada	3,183	5,510	7,779	8,196	6,528
Grèce	8,478	6,530	8,900	11,530	11,730
Indes	....	....	2,751	4,445	7,391
Nouvelle Calédonie	....	47,247	76,933	84,241	3,800
Rhodésie	....	....	....	3,308	7,273
Russie	16,421	26,575	27,047	16,976	
Norvège	....	154			
Etats Unis	152	125	22	109	295
Turquie	Pas de statistiques complètes.				

Pour la période comprise entre 1903 et 1907, le Canada se plaça troisième ou quatrième parmi les pays producteurs de chromite. La liste ne comprend pas la Turquie dont la production est variable, bien que quelquefois très considérable, à cause sans doute des frais de transport qui égalent presque les derniers prix courants. Relativement à l'industrie turque, le consul des Etats-Unis à Smyrne donna dernièrement les notes suivantes sur le rendement en minerai dans l'Asie Mineure:[1] "Le minerai de chrome a tellement diminué de prix qu'il n'y a plus de profit à l'extraire, surtout dans les districts éloignés de la mer. Il y a environ 20 ans, on payait jusqu'à $100 la tonne mais aujourd'hui la même quantité et qualité ne peut être vendue sur livraison à Smyrne pour plus que $17 et souvent même $15 seulement.

"Les mines les plus importantes exploitées auparavant étaient celles de Daghardi, Brousse. Le district qui a produit et exporté la plus grande quantité de minerai de chrome de l'Asie Mineure porte le nom de Bassin de Macri, dont le port du même nom est le principal point d'expédition. Ce port est dans le vilayet de Smyrne, sur la côte sud de la Péninsule. Beaucoup

[1]Eng. and Min. Journal, New York, May, 30, 1908.

d'envois sont faits aussi par le port de Smyrne. Les mines sont situées dans les montagnes près de Sarakoui, sur la ligne de chemin de fer Aidin. Il y a aussi plusieurs autres carrières de chrome qui demeurent inexploitées à cause des difficultés de transport."

"On trouve ordinairement le minerai de chrome de l'Asie Mineure dans les montagnes hautes de 4,000 à 5,000 pieds. Il est charroyé de la carrière à la station de chemin de fer ou marché à dos de baudets et de chameaux, les baudets ayant le pied plus sûr sont employés dans les hauteurs, et les chameaux dans la plaine. Cette méthode nécessite deux ou trois changements de monture entre le point d'origine et le port de Smyrne. Un baudet prend ordinairement une semaine pour transporter 400 livres de minerai de chrome después carrières sur le sommet des montagnes jusqu'à la station du bas; il faut ensuite 5 chameaux et une journée pour transporter une tonne de minerai de chrome sur une distance de 15 milles. Les derniers envois de minerai de chrome faits de Smyrne en 1906 furent de 1,500 tonnes. Aucune des mines n'a été exploitée encore avec des machineries modernes. Comme le minerai de chrome des autres parties du monde vient sur le marché en quantités de plus en plus considérables celui de Turquie doit nécessairement diminuer en face d'une compétition aussi forte, non pas à cause de la qualité du minerai, mais par le coût du transport, si ce n'est pas pour d'autres raisons. La plus grande compagnie qui ait extrait du chrome à Smyrne a remis toutes ses mines au gouvernenent, car la taxe annuelle imposée sur la propriété de ces mines dépassait le profit qu'elle pouvait réaliser." Les plus grands producteurs du monde sont évidemment ceux de la Nouvelle Calédonie où une concentration naturelle du chromite due à la désagégration de la serpentine environnante donne plus de continuité aux masses de minerai, et la Russie, premier endroit où la chromite fut découverte.

Les principales mines de chromite de Québec ont récemment été acquises par la Black Lake Consolidated Mining Company. Dans l'intervalle de la réorganisation, les travaux ont été pratiquement suspendus, mais on doit espérer que cette suspension ne sera que temporaire.

Par sa position géographique et ses facilités de transport le district de Québec possède de grands avantages sur tous les autres districts de chromite connus jusqu'à présent dans les autres parties du monde. Le chemin de fer Québec Central passe à travers le centre du district et le met en communication avec la mer. La distance de la gare du Lac Noir à Québec est de 80 milles; à Boston, de 314 milles; et à New-York, de 447 milles.

Les plus grands obstacles dans l'exploitation des mines de chromite sont l'étendue comparativement petite des gîtes de minerai, et la nécessité d'en concentrer une grande partie Ces difficultés sont générales, et existent apparemment pour l'exploitation de la chromite dans la plupart des autres pays. Si l'exploitation d'une lentille de minerai donne un profit considérable, d'un autre côté la quantité de roche improductive qu'il faut traverser pour atteindre un autre gîte est un facteur très incertain. Dans quelques endroits une masse de minerai est séparée d'une autre de quelques pouces seulement, mais dans d'autres, il y a plusieurs pieds. En conséquence, il est difficile d'obtenir une production régulière dans une seule carrière excepté sur les grand gîtes, et dans tous les cas il faut faire un travail d'exploration considérable.

Une grande partie du district semble avoir été explorée à la superficie seulement, et il est probable qu'un examen détaillé augmenterait les découvertes du minerai surtout au sud de la surface comprise dans la carte ci-jointe. A cause des avantages naturels de situation et des facilités de transport, on peut certainement conclure que plusieurs des dépôts maintenant connus verront leur exploitation reprendre et se développer de plus en plus. De plus, si l'utilisation des minerais de qualité inférieure devenait possible, ce district pourrait envoyer sur le marché d'immenses quantités de minerai.

Antimoine.

Le seul gisement de ce minéral connu jusqu'à présent dans le district est dans le rang I du canton de South Ham, lot 28 de l'ancienne désignation ou 56 de la nouvelle, sur la propriété de feu le Dr. James Reed, de Reedsdale, province de Québec.

Le minerai est de l'antimoine natif avec de moindres quantités de stibine, kermésite et valentinite. On dit que le dépôt a été découvert en 1863, et qu'il a été bientôt après exploité et pourvu d'une usine d'extraction et de concentration. Après un certain temps les travaux cessèrent et passèrent entre les mains du Dr. Reed et appartiennent encore à sa succession.

Le développement, en autant qu'il est possible d'en juger dans le présent état d'abandon consiste en 4 puits. Une galerie, où il était impossible de pénétrer au temps de notre visite, commence plus bas à 300 pieds du puits principal qu'elle atteint parait-il à une profondeur de 100 pieds. On rapporte qu'il a été fait de longues galeries le long de la masse de minerai.

Caractères du dépôt.—C'est un dépôt de contact, dans lequel le minerai se trouve parmi les schistes le long de leur contact avec une intrusion de diabase et de serpentine. Les schistes ont la direction 50°N. magnétique et ont une inclinaison verticale. Une crête de serpentine s'oriente de l'est à l'ouest. La serpentine au nord du puits principal est à découvert sur environ 150 pieds de longueur, est et ouest, et à une largeur de 75 pieds. Elle est bordée sur les côtés ouest et nord-ouest par la diabase; mais sur le côté sud-ouest elle vient directement en contact avec les ardoises dont elle contient des fragments. Les principaux travaux ont été faits sur le contact du sud de la serpentine avec les schistes, avec un petit puits sur le côté nord-ouest d'une colline semblable, environ 1,000 pieds à l'est de l'ouverture de la galerie . Comme ces deux intrusions de serpentine sont sans doute reliées sous les ardoises, il est probable qu'on peut trouver de l'antimoine dans l'intervalle. D'un autre côté, cette structure diminue les probabilités que le dépôt continue à une grande profondeur.

On ne peut trouver de veine distincte d'une largeur considérable dans le présent état des travaux, mais la plus grande quantité du minerai semble être en écailles, le long des plans de clivage des schistes. La proportion du minerai augmente à mesure qu'on approche du contact.

Deux échantillons du minerai d'antimoine de cette propriété ont été essayés pour l'or par M. H. A. Leverin, de la division des Mines, qui n'en trouva qu'un faible indice.

Talc.

La stéatite ou pierre-savon, aussi bien que des formes plus pure de talc, se rencontrent dans plusieurs endroits des cantons de Broughton Est et Irlande. Elle a généralement la même relation avec la serpentine que la pyroxénite avec la péridotite. C'est une forme altérée de la pyroxénite, et par places elle montre des cristaux pseudomorphes de stéatite qui a remplacé le pyroxène.

On a extrait une petite quantité de stéatite à la vieille mine Fraser, Broughton Est, lot 14, rang VII, et sur le lot 5, rang V de Thetford. On pourrait en avoir aisément une quantité considérable sur le lot 2, rang XI de Broughton, et sur les lots 42, 43 et 50, rang I de Ham.

On trouve une meilleure qualité de talc sur la ferme de W. I. Porter, lot 2, rang de la route Craig de Irlande, où il y aurait probablement une quantité exploitable.

Platine.

On rapporte qu'il a été trouvé une petite quantité de platine dans les graviers près de la rivière Chaudière, dans le comté de Beauce, par T. Sterry Hunt, en 1852. La place naturelle du platine est dans les péridotites chromifères. Ces graviers sont à 30 milles au sud-est de la bande de serpentine, et il est probable qu'ils sont en partie dérivés de cette zone. Une pépite de platine a aussi été trouvée à Plattburg, N.Y., à environ 50 milles de la zone de serpentine dans Brome. Dans le district Tulameen de la Colombie anglaise, M. Camsell trouve que le platine se rencontre avec le chromite. Deux échantillons de chromite du Lac Noir qui ont été essayés pour le platine par M. H. A. Leverin, de la division des Mines, Ministère des Mines, ont donné un résultat négatif.

Cuivre.

On trouve la chalcopyrite en petites quantités, apparemment comme ségrégations primaires, près des rebords extérieurs de la diabase, dans plusieurs endroits de ce district. La plu-

part cependant sont simplement des gisements fortuits et n'ont pas une importance commerciale.

Sur le lot 22, rang I de Garthby, se trouve la propriété connue sous le nom de mine Coulombe, sur laquelle un puits a été creusé il y a environ 10 ans. Le minerai est une pyrite compacte contenant une petite teneur en cuivre. Il est très exempt de silice, et pourrait être utilisé avec quelques-uns des minerais de cuivre siliceux du district Capelton.

S'il y a peu de facilités pour délimiter la masse de minerai, l'étendue sur laquelle on trouve des affleurements isolés indique qu'il peut y avoir une masse importante, peut-être semblable à celle qui a été trouvée dans des conditions semblables au sud-ouest de ce district aux mines Huntingdon et Lac Memphrémagog.

De petites quantités de minerai de cuivre de meilleure qualité se rencontrent pres de la rive nord du lac [illegible]ham, sur le lot 15, rang VIII de Thetford. Ce minerai [illegible]ssi dans la diabase près du contact avec l'ardoise.

Dans les lots 8 et 9, rang I de Wotton, la diabase porte un peu de pyrite disséminée sur une étendue de 20 acres. Il est possible qu'en enlevant la terre au-dessus des roches, on pourrait trouver le minerai concentré par places en dépots exploitables.

TABLE ALPHABÉTIQUE

A

D

E

F

G

H

I

J

K

L

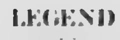
T

U

V

W

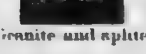
ECONOMIC GEOLOGY



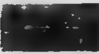
LEGEND

Undifferentiated, largely drift covered, principally underlain by Ordovician and Cambrian sediments

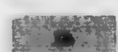
POST ORDOVICIAN



Granite and aplite



Diabase, breccia, pyroxenite, etc



Serpentine and peridotite

1a

Serpentine and peridotite ?
areas entirely drift covered but probably underlain by serpentine

Symbols

Asbestos

Copper

Slate

Dip and strike

Vertical strata

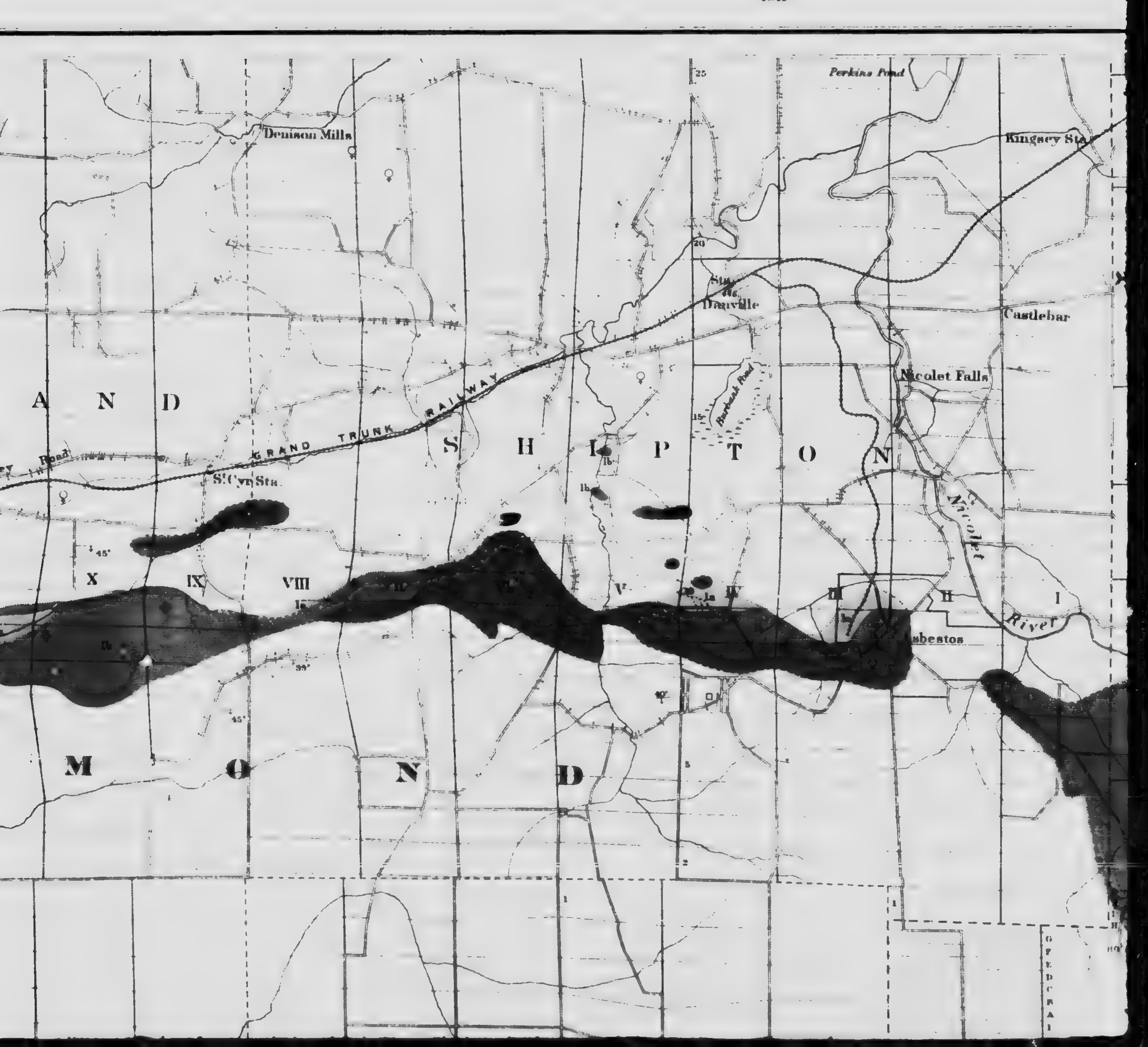
Glacial striae

G. T. Ry.
Kingsey Road
Dow Brook
VII
VIII
Melbourne
Sta. 389
Richmond
Danville Road
Barlow Brook
Upper Melbourne
C L E V E L A
Cemetery
Cushing Brook
Valley Road
MELBOURNE
St. FRANCIS RIVER
Salmon River
XV
XIV
XIII
XII
XI
VII
Hill Brook
R I C H
VIII
RAILWAY

Canada
Department of Mines
GEOLOGICAL SURVEY

Hon. W. Templeman, Minister; A.P. Low, Deputy Minister;
R.W. Brock, Director.

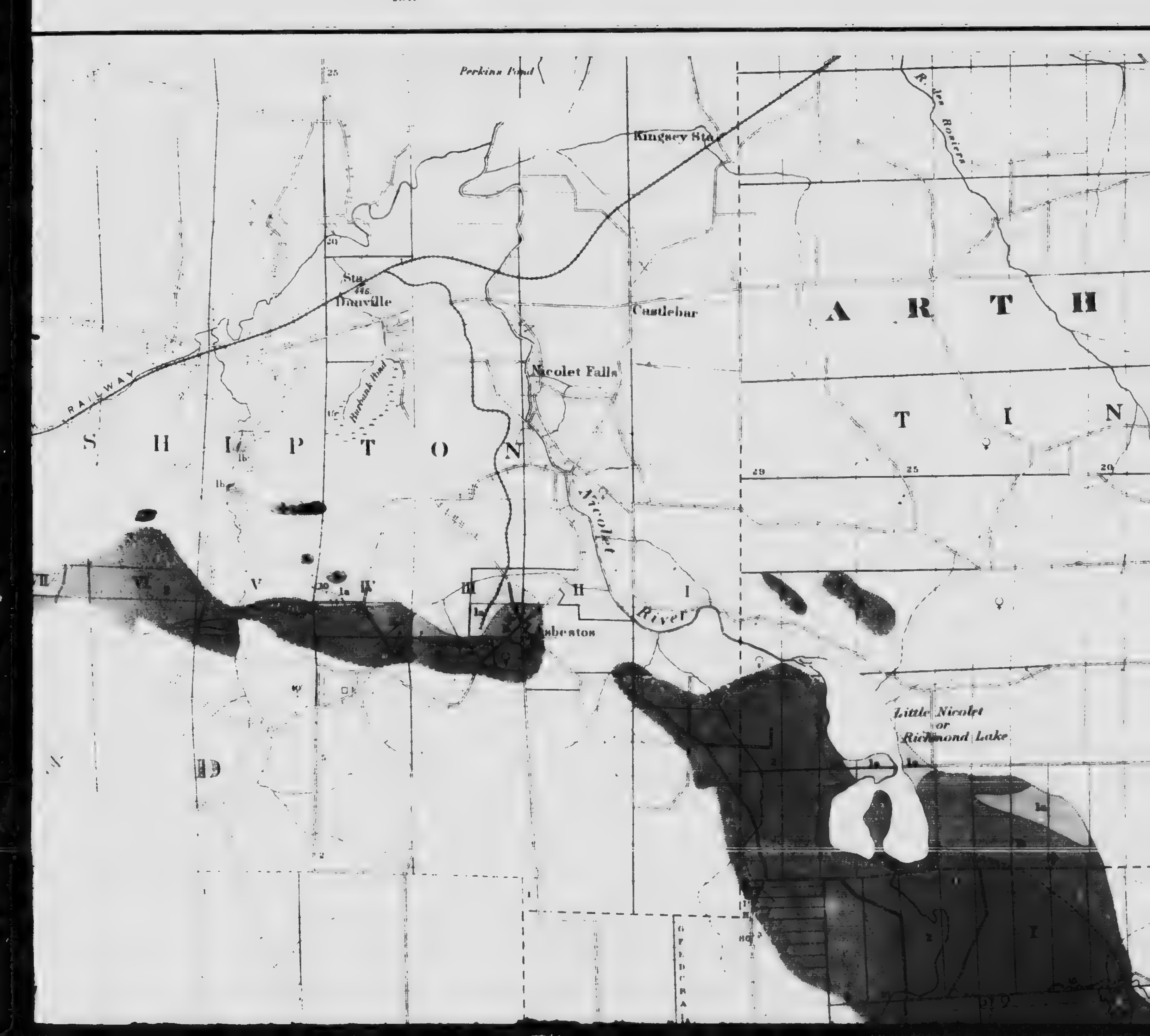
1911



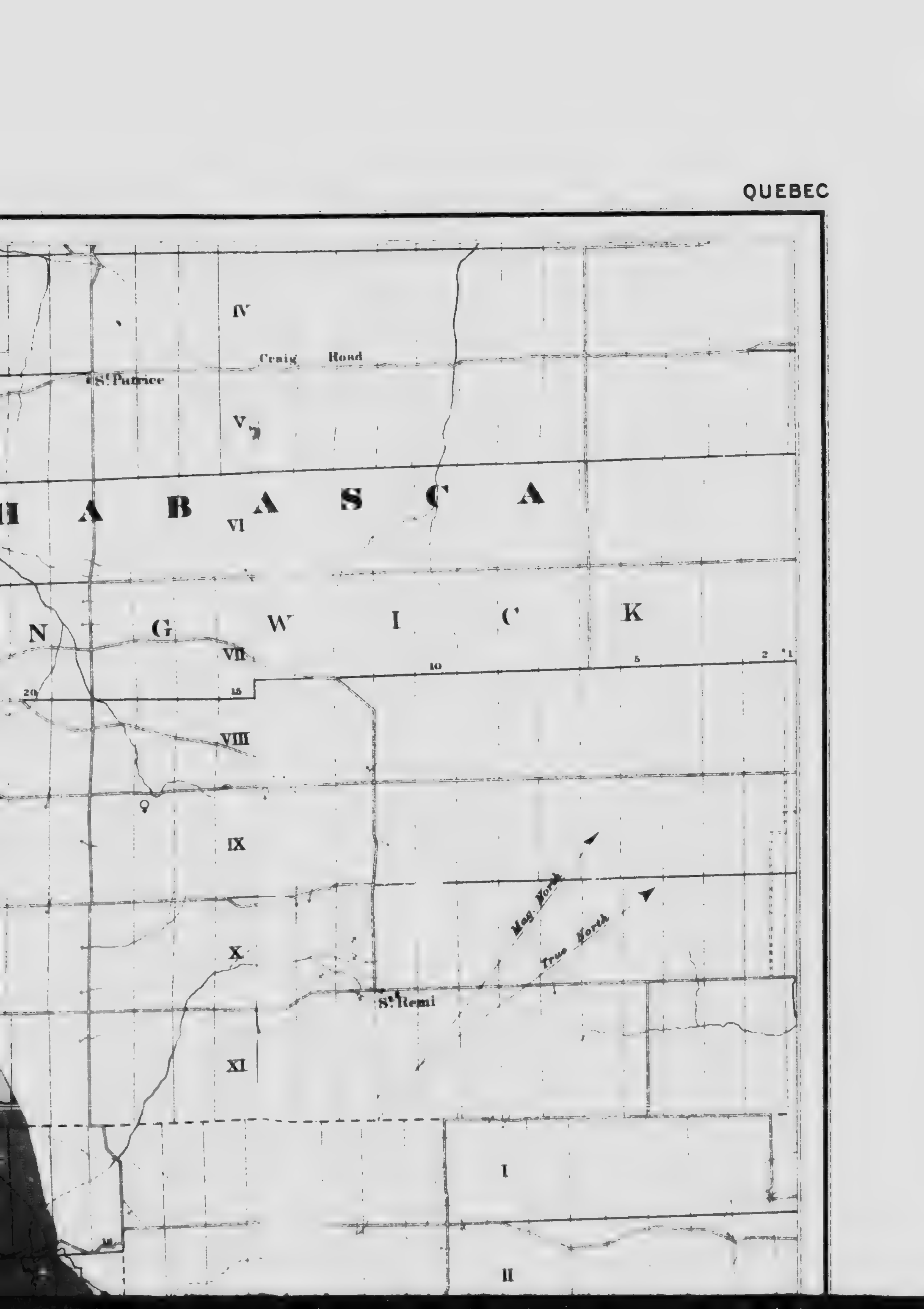
Canada
Department of Mines
GEOLOGICAL SURVEY

Hon W. Templeman, Minister. A.P. Low, Deputy Minister.
R.W. Brock, Director.

1911



QUEBEC



IV
Craig Road
St. Patrice
V
A B A S C A
VI
N G W I C K
VII
10
5
2
1
20
15
VIII
IX
Mag. North
True North
X
St. Remi
XI
I
II

ECONOMIC GEOLOGY

LEGEND

POST ORDOVICIAN
IN PART PROBABLY EARLIER

Granite and aplite

2

Diabase breccia pyroxenite etc

1b

Serpentine and peridotite

1a

Serpentine and peridotite

Symbols

Asbestos

Chromite

Copper

Dip and strike

Glacial striae

Geologic boundary

X IX VIII VII VI V IV

W O L F E S T O W N

Chrysotile

Indian Lake

Breeches Lake

White R.

G A R T H B Y

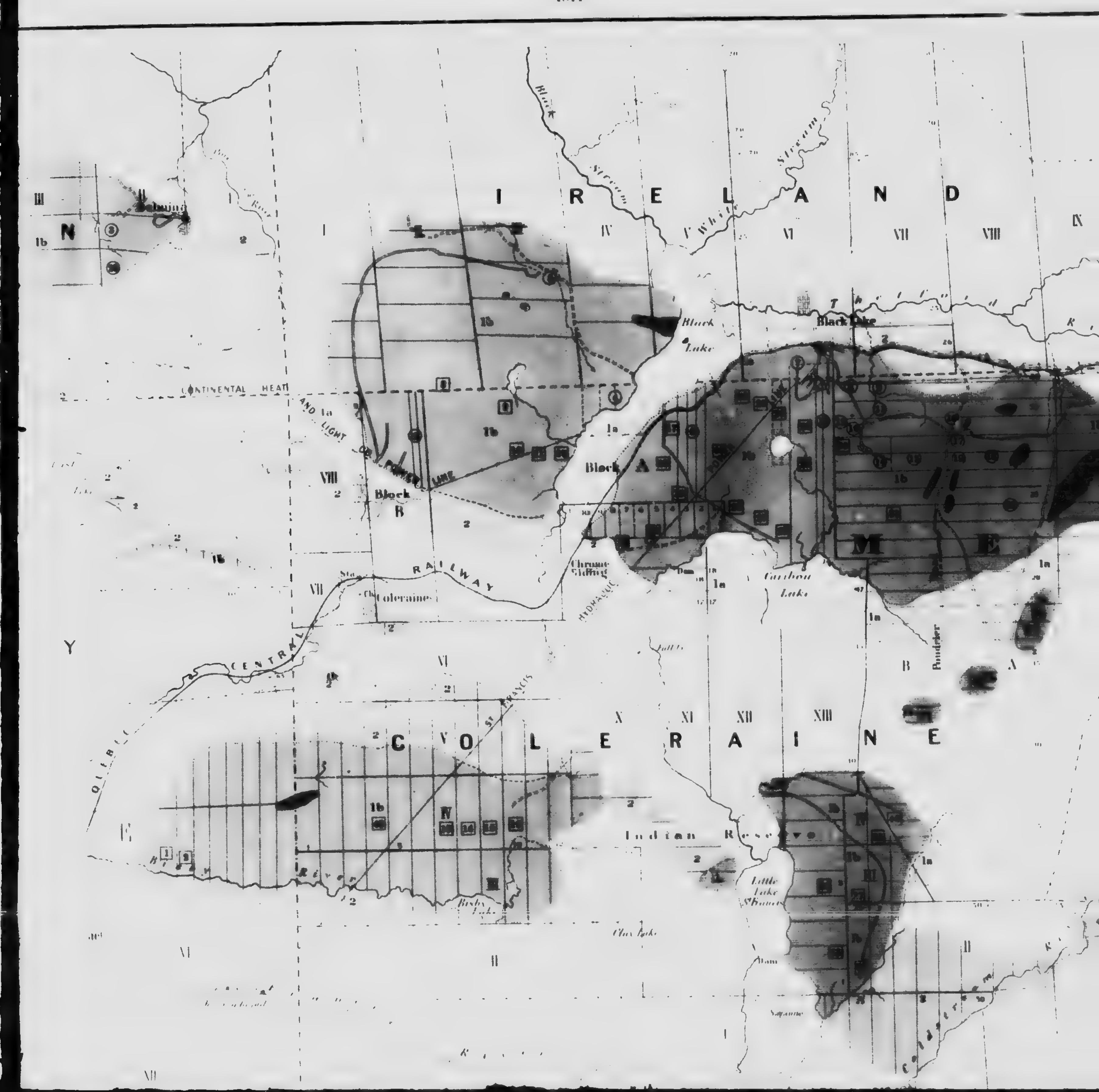
D L F

CENTRAL

Canada
Department of Mines
GEOLOGICAL SURVEY

HON W TEMPLEMAN MINISTER A P LOW DEPUTY MINISTER
R W BROCK DIRECTOR

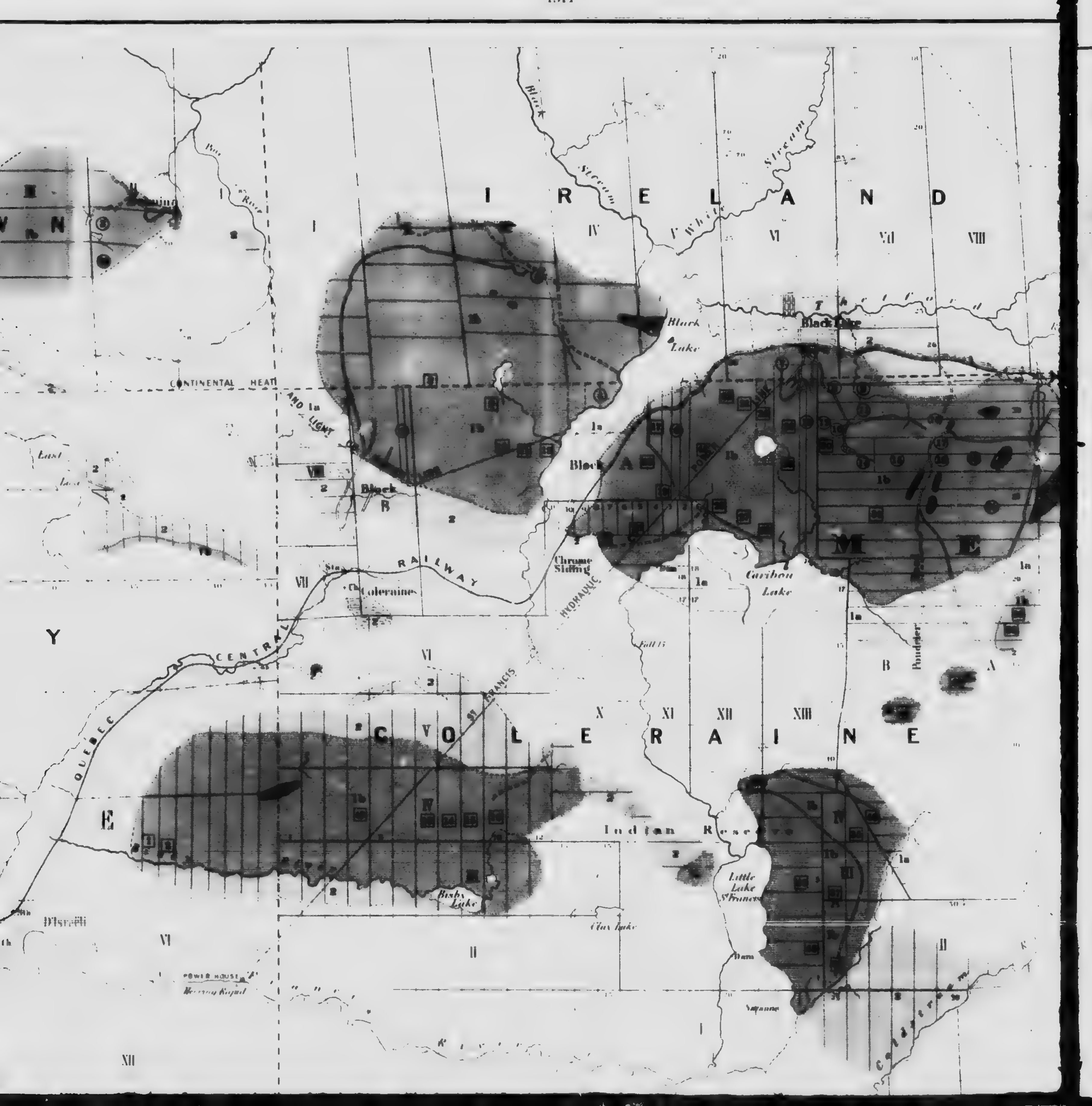
1911



Canada
Department of Mines
GEOLOGICAL SURVEY

HON W TEMPLEMAN, MINISTER A P LOW, DEPUTY MINISTER
R W BROCK, DIRECTOR

1911



Magnetic North
True North
Mag. Decl. about 16° West
St Antoine de Pontbriand
Kingsville
Robertson
THETFORD
Sacré Cœur de Marie
Becancour Lake
Clapham Lake
Trout Lake
IX
X
II
III
IV
V
VI
VII
VIII
XI

ECONOMIC GEOLOGY

LEGEND

POST-ORDOVICIAN
IN PART PROBABLY EARLIER

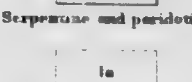
Undifferentiated, largely drift covered, principally underlain by Ordovician and Cambrian sediments



Granite and aplite



Diabase breccia, pyroxenite etc



Serpentine and peridotite

1a

Serpentine and peridotite ?
areas entirely drift covered but probably underlain by serpentine

Symbols

◆ Asbestos

Chromite

Talc

Antimony

Copper

Dip and strike

Vertical strata

Glacial striae

72°

71°45'

46°

45°

S T A N F O L D

B U L S T R O D E

A R T H A B A S K A

W A R W I C K

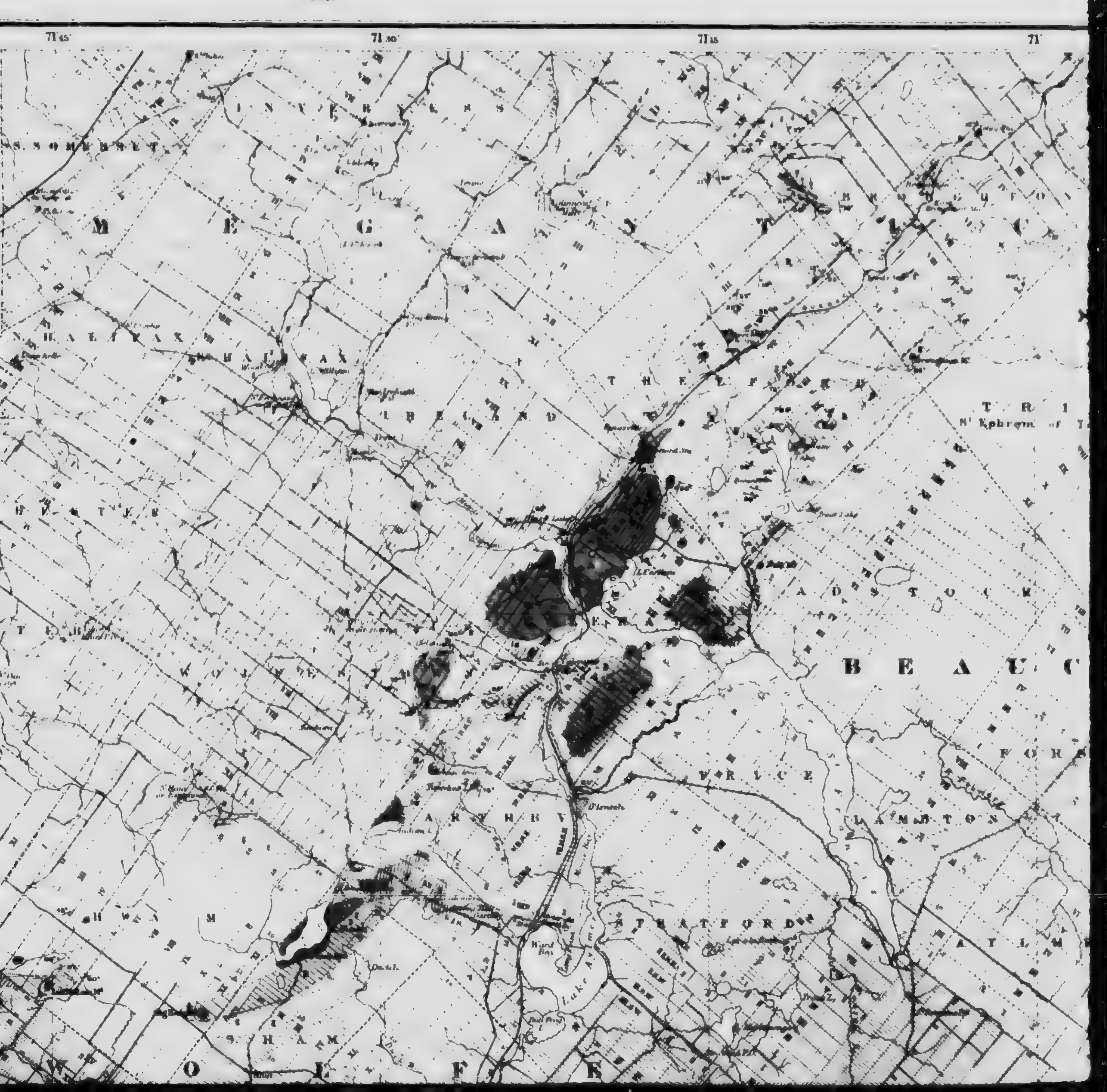
K I N G S E Y

Kingsey Falls

Canada
Department of Mines
GEOLOGICAL SURVEY

HON W. TEMPLEMAN, MINISTER. A.P. LOW, DEPUTY MINISTER
R.W. BROCK, DIRECTOR

1911

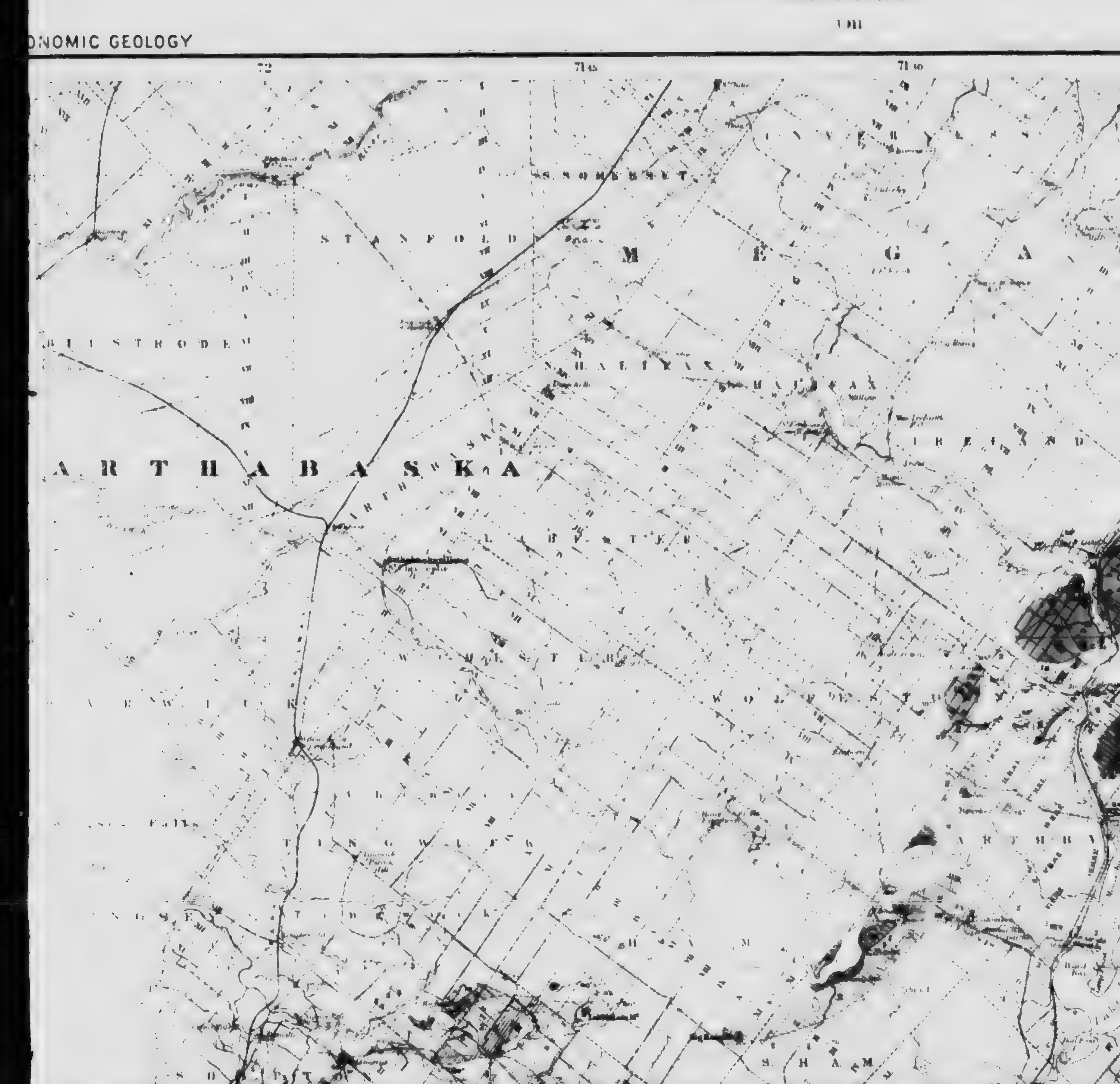


Canada
Department of Mines
GEOLOGICAL SURVEY

HON W TEMPLEMAN MINISTER. A P LOW DEPUTY MINISTER
R W BROCK DIRECTOR

1911

ONOMIC GEOLOGY



QUEBEC

71°15'

71

T R I N G

St Ephrem de Tring

B E A U C E

F O R S Y T H

L A M B T O N

S T R A T F O R D

A Y L M E R

1a

Serpentine and peridotite
areas entirely drift is area but probably underlain by serpentine

Symbols

Asbestos

Copper

Slate

80°

Dip and strike

Vertical strata

Glacial striae

Geological boundary
position defined

Geological boundary
position approximate

Geological boundary
position assumed

VII XV XIV XIII XII XI

Hall Brook

R I C H M

RAILWAY

VIII

BROMPTON

MOUNTAIN

GRAND TRUNK RAILWAY

Willow Brook

W I N D S O R

II I XII XI X IX VI

ORFORD

Windsor Mills

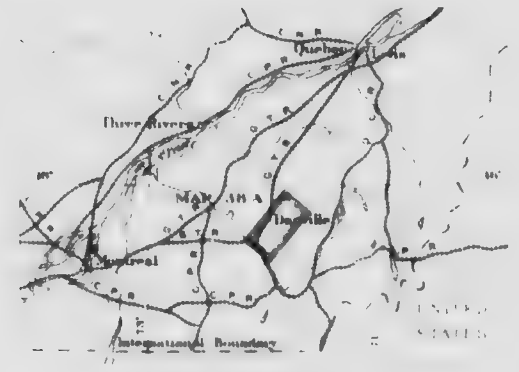
Sta.

Falls

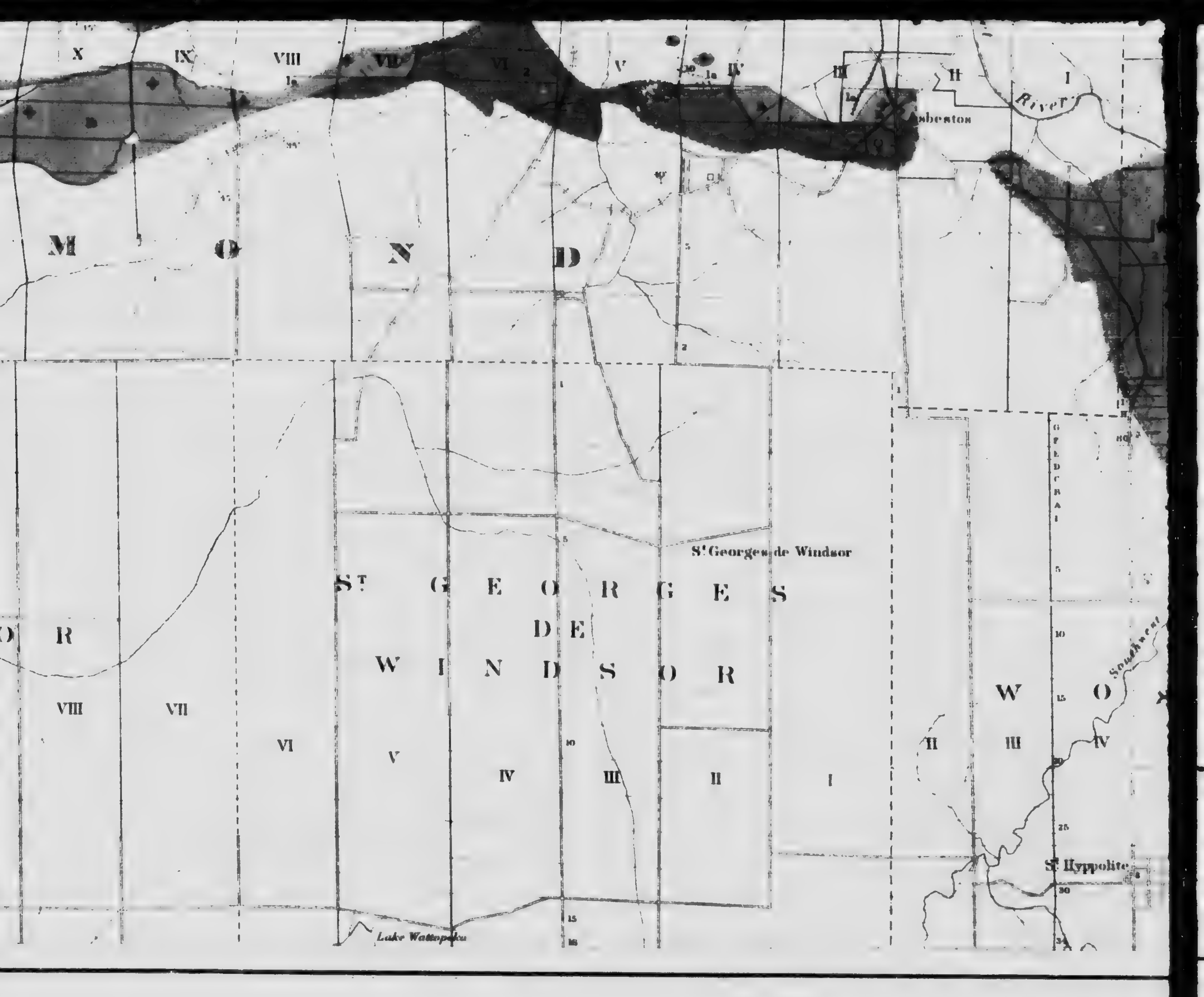
Watopeka River

XIII

C. O. Senécal *Geographer and Chief Draughtsman*
O. E. Prudhomme *and* A. McGregor *Draughtsmen*



Scale, 70 Miles to 1 inch



MAP 38A

DANVILLE MINING DISTRICT

Counties of

ARTHABASCA, RICHMOND and WOLFE

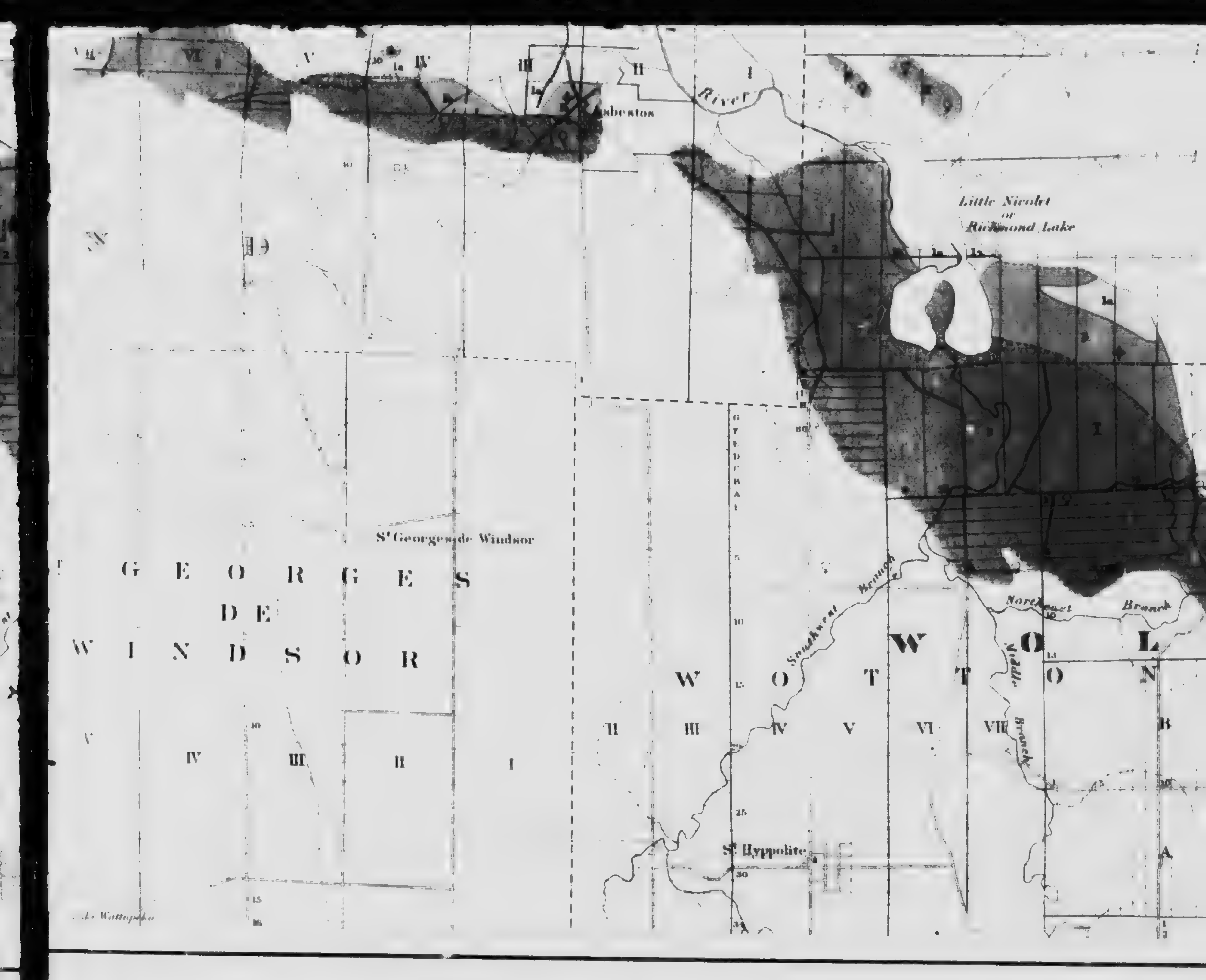
QUEBEC

Scale, $\frac{1}{63,360}$

Miles

Kilometres

1 MILE TO 1 INCH



MAP 38A

DANVILLE MINING DISTRICT

Counties of

ARTHABASCA, RICHMOND and WOLFE

QUEBEC

Scale, 63,360

Miles

Kilometres

1 MILE TO 1 INCH



GEOLOGY

JOHN A DRESSER, IN CHARGE 1907, 1909
A. McLEAN 1909

G. G. AITKEN, MAP COMPILER

To accompany Memoir No. 22

Serpentine and peridotite

Symbols

Asbestos

Chromite

Copper

Dip and strike

Glacial striae

Geological boundary

CENTRAL

Garthby Sta.

St. Olivier de Garthby

Cemetery

Moose Bay

Long Point

AYLMER

LAKE

STRATFO

O L F

COLERAINE

Indian Reserve

Little Lake St Francis

Baby Lake

D'Israeli

POWER HOUSE

Dam

LAKE ST FRANCIS

PRICE

MAP 23A

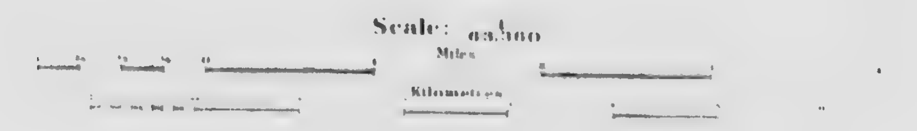
THETFORD-BLACK LAKE MINING DISTRICT

Counties of

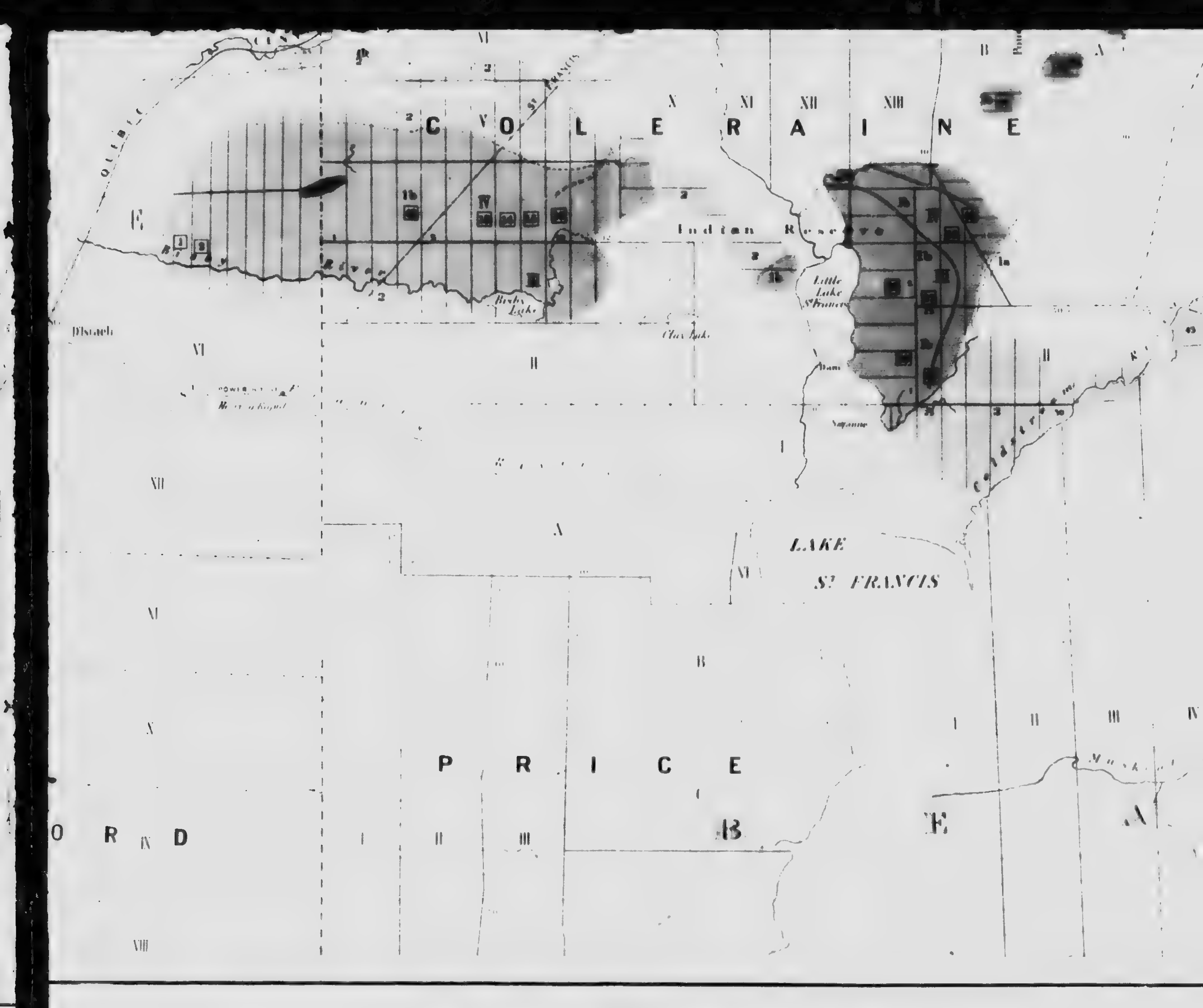
BEAUCE, MEGANTIC and WOLFE

QUEBEC

Scale: $\frac{1}{63,360}$



1 MILE TO 1 INCH



MAP 23 A

THETFORD-BLACK LAKE MINING DISTRICT

Counties of

BEAUCE, MEGANTIC and WOLFE

QUEBEC

Scale: 1/63,360

Miles

Kilometres

1 MILE TO 1 INCH



GEOLOGY

JOHN A DRESSER 1907 1909
A McLEAN 1907 1909
R R ROSE 1907

G G AITKEN

areas entirely drift covered but probably underlain by serpentine

Symbols

Asbestos

Chromite

Talc

Antimony

Copper

Dip and strike

Vertical strata

Glacial striae

Geological boundary *defined*

Geological boundary *approximate*

Geological boundary *assumed*

WARWICK

Kingsey Falls

KINGSEY

TINGWICK

SHIPTON

CLEVELAND

ST GEORGE DE WINDSOR

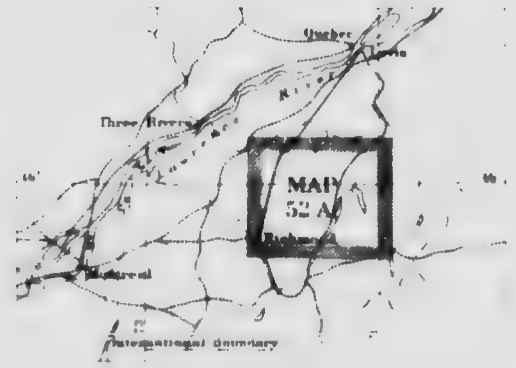
WINDSOR

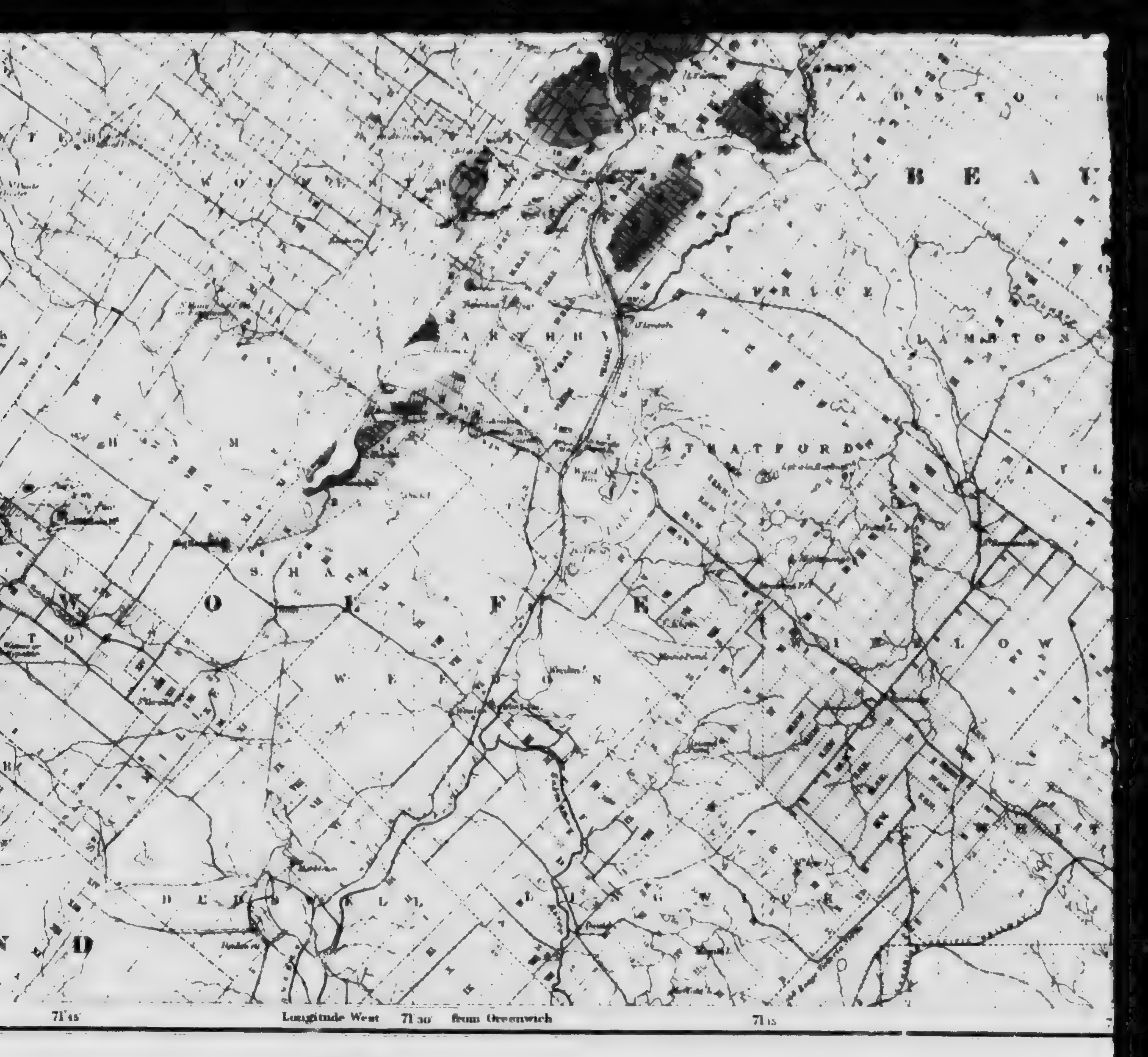
Richmond

RICHMOND

72

C. O. Senécal, Geographer and Chief Draughtsman
A. McGregor, Draughtsman





MAP 52 A

Northeast Part

of the

SERPENTINE BELT

EASTERN TOWNSHIPS

QUEBEC

Scale, $\frac{1}{253,440}$

Miles

Kilometres

4 MILES TO 1 INCH

GEOLOGY

JOHN A. DRESSER	[illegible]	1907-1909
A. McLEAN		[illegible]
R. R. ROSE		1907

72 71 15 Longitude West 71 30 from Greenwich



MAP 52 A

Northeast Part

of the

SERPENTINE BELT

EASTERN TOWNSHIPS

QUEBEC

Scale $\frac{1}{253,440}$

Miles

Kilometres

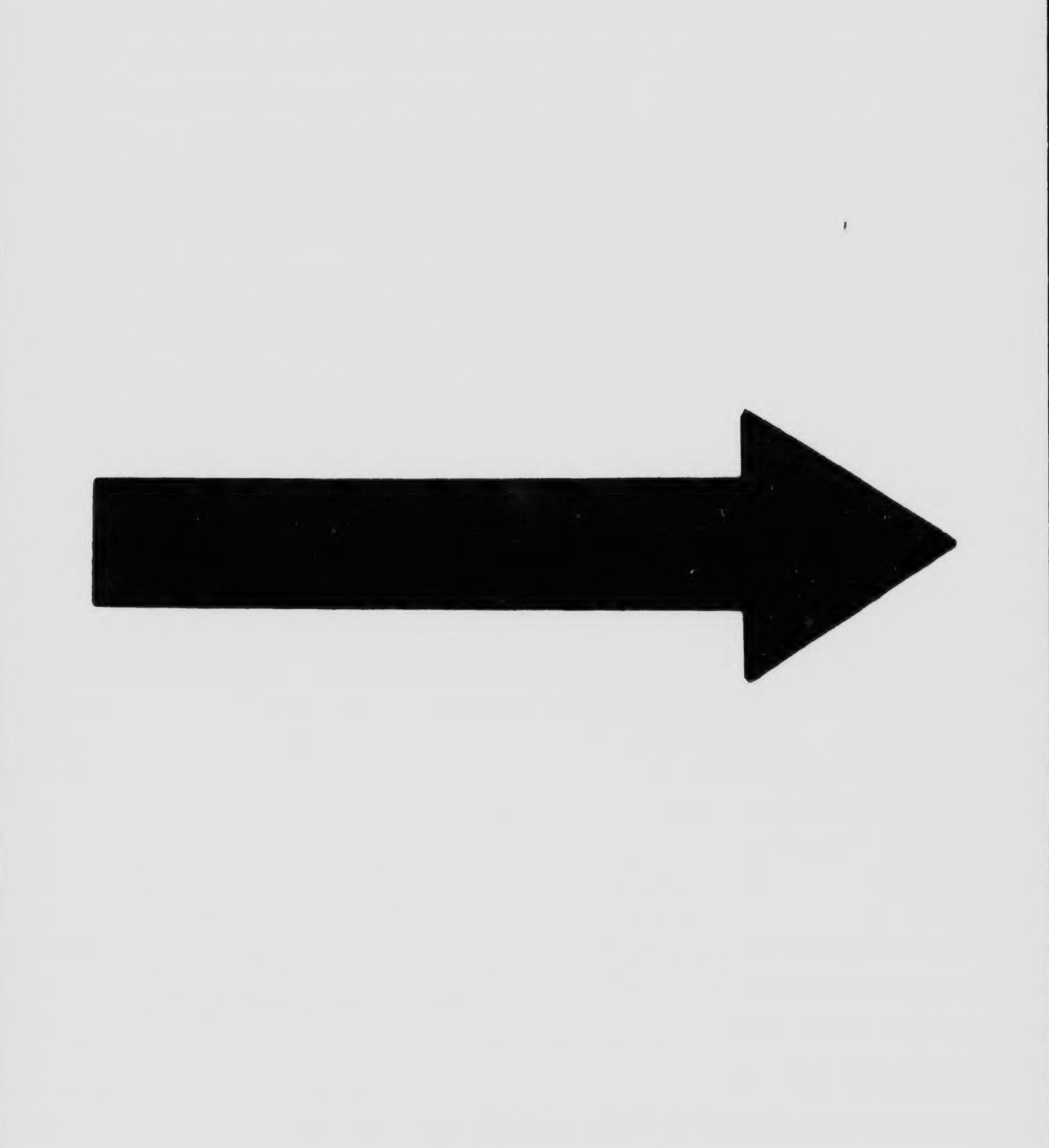
4 MILES TO 1 INCH



GEOLOGY

1909

To accompany Memoir No.



FICHE 3 NOT REQUIRED



